Über die Nachwirkung einer den natürlichen Anlagen entgegengesetzten Übung

(Untersucht an einfachen Schallreaktionen)

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Universität Leipzig

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

vorgelegt von

Ewald Siebenhaar
aus Mölln (Lauenburg)

Mit 1 Abbildung, 13 Tabellen und 8 Kurven im Text

Verlagsbuchhandlung von Alfred Hahn in Leipzig
1914

Angenommen von der II. Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Brahn und Wundt.

Leipzig, den 31. Juli 1913.

DER PROKANZELLAR
Le Blanc.

Erschienen in den „Pädagogisch-Psychologischen Arbeiten (Veröffentlichungen des Instituts für experimentelle Pädagogik und Psychologie des Leipziger Lehrervereins)". Herausgegeben von Dr. Max Brahn. V. Band, Seite 1—62.

Über die Nachwirkung einer den natürlichen Anlagen entgegengesetzten Übung.

(Untersucht an einfachen Schallreaktionen.)

Von **Ewald Siebenhaar.**

A. Einleitung.

I. Das Problem.

Solange die Schule es als einen Teil ihrer Aufgabe anerkennt, ihren Schülern einen sicheren Besitz fester Kenntnisse und Fertigkeiten zu vermitteln, solange ist die Übung ein unentbehrlicher Faktor im Schul- und Unterrichtsbetrieb. Ohne Übung ist weder der Erwerb eines geordneten Wissens noch der irgend einer Fertigkeit denkbar. Entsprechend ihrer Bedeutung ist die Übung eines der am besten durchforschten Gebiete der experimentellen Pädagogik. Man hat die Übungsphänomene an den verschiedensten Formen geistiger und körperlicher Arbeit untersucht, und als Ergebnis scheint sich herausgestellt zu haben, daß die Form, in der sie alle Funktionen beeinflußt, von großer Allgemeinheit und ziemlich konstant ist[1]).

Bedingung der Übung ist die Wiederholung desselben Vorganges durch den Übenden und sein Wille zum Fortschritt, zur Vervollkommnung. Ihr Erfolg zeigt sich in dem besseren und leichteren Vollzug der geübten Handlung, verursacht durch eine fortschreitende Anpassung der physischen Organe und der psychischen Funktionen an die geforderte Leistung und einer schnelleren und immer fester werdenden Koordination von sensorischer und motorischer Erregung und Bewegungsausführung. Diese Koordination kann so fest werden, daß sie sich bei genügend fortgesetzter Übung automatisch vollzieht und der geübte Willensvorgang völlig mechanisiert wird. So sieht Wundt den „ungeheuren Nutzen der Übung darin,

[1]) Meumann, Vorlesungen z. Einf. in d. exp. Päd. u. ihre psychol. Grundlagen. Leipzig 1907. Bd. II. S. 51.

daß ursprünglich mühselig ausgeführte Willkürbewegungen automatisch werden, eben deshalb aber auch mit viel größerer Präzision und Sicherheit zustande kommen als die nach vorheriger Überlegung vorgenommenen Willenshandlungen“[1]). Ebenso liegt es auch da, wo die Bewegungen mehr zurücktreten, also in den mehr geistigen Gebieten. Man denke nur an die Erlernung und Einübung des Einmaleins und seine spätere Anwendung beim Rechnen, oder an die Erlernung der Buchstabenformen und das geläufige Schreiben. Diese Beispiele zeigen zugleich den Wert der Einübung für die Entlastung des Bewußtseins zugunsten höherer Funktionen und komplexer Prozesse[2]).

Bei allen bisherigen Untersuchungen über Übungserscheinungen handelte es sich um die Steigerung und weitere Vervollkommnung einer bereits in bestimmter Richtung wirksamen Disposition. Noch niemals ist dagegen die Frage einer sozusagen „entgegengesetzten“ Übung untersucht worden, d. h. der Übung einer Reaktionsweise im weitesten Sinne des Wortes, die den natürlichen Anlagen des Übenden ganz oder doch möglichst entgegengesetzt ist. Ein Beispiel möge das Geforderte veranschaulichen. Es soll ein zusammenhängender, inhaltlich ziemlich schwieriger Text auswendig gelernt werden. Da wird es dem einen leichter, wenn er auf Grund seiner Anlagen oder seiner Gewöhnung sich rein mechanisch den Wortlaut aneignet, während einem andern die wörtliche Einprägung fast unmöglich ist, wenn er nicht zuvor den Sinn des Textes klar erfaßt und verstanden hat.

Hier erheben sich verschiedene Fragen. Wie wird die Lernweise dieser beiden Personen beeinflußt, wenn jede von ihnen möglichst intensiv in dem ihrer natürlichen Veranlagung entgegengesetzten Verfahren geübt wird? Wird die Übung einen dauernden Erfolg haben, indem sie die Lernweise ganz umgestaltet, oder wird sie wirkungslos bleiben, oder wird das Ergebnis vielleicht ein Ausgleich der bestehenden Verschiedenheiten sein?

Die pädagogische Bedeutung dieser Frage liegt auf der Hand. Im Klassenunterricht werden von allen Schülern ohne große Rücksicht auf das Vorhandensein oder Fehlen etwaiger besonderer Anlagen und Begabungen die gleichen Leistungen gefordert. Wenn es sich dabei für den Schüler auch nur selten um die Übung von Anlagen handeln wird, die seiner Natur völlig entgegengesetzt sind, so ist es andererseits beim Klassenunterricht ganz unmöglich, eine Methode so zu gestalten, daß sie den individuellen Anlagen eines jeden Schülers am weitesten entgegenkommt. Das wäre in Rücksicht auf die Verhältnisse des späteren Lebens auch gar nicht erwünscht, aber für eine billige Beurteilung der Leistung eines

[1]) Wundt, Vorlesungen über d. Menschen- u. Tierseele. IV. Aufl. 1906. S. 400f.

[2]) R. Schulze, Aus d. Werkstatt d. exp. Psych. u. Päd. Leipzig 1909. S. 144.

Schülers ist es notwendig, zu untersuchen, welche Widerstände gegen die Erfüllung der von ihm geforderten Leistungen unter Umständen in seinen natürlichen Anlagen liegen.

Für eine erste experimentelle Untersuchung dieser Art wurde es schon aus methodischen Gründen nahe gelegt, sie einerseits an möglichst einfachen Verhältnissen, anderseits an einem scharf ausgeprägten Beispiel durchzuführen. So stellten sich als geeignetes Übungsgebiet die einfachen Reaktionsversuche im engeren Sinne des Wortes dar: muskuläre und sensorielle Reaktionsform zeigten die erforderliche Gegensätzlichkeit, und die im einfachen Reaktionsvorgang geforderte Leistung ist nicht zu kompliziert. Es kam nur darauf an, Vpp. zu finden, deren natürliche Reaktionsweise sich schon deutlich einer der beiden extremen Formen näherte. Gerade Reaktionsversuche boten den weiteren Vorteil, daß selbst bei lange ausgedehnter Übung die materiale Belastung der Vpp. die denkbar geringste war. Deshalb bestand die Hoffnung, daß die formale Seite um so deutlicher zu Tage treten würde.

Schließlich ist der Reaktionsversuch der Prototyp des Willensvorganges. Dadurch wurde die Untersuchung auf das zentrale Gebiet aller Pädagogik, die Willensbildung, verlegt, und die allgemeine Frage fand ihre Beantwortung an der spezielleren: Ist es möglich, die formale Seite des Willensvorganges durch Übung dauernd zu beeinflussen und zu verändern, auch wenn dies „gegen die Natur" des Beobachters geht, oder mit anderen Worten: Kann man jemand zu einer bestimmten Form des Wollens nicht nur erziehen, sondern sie ihm gleichsam zur „natürlichen" machen?

Nicht beabsichtigt war es dagegen, neue Aufschlüsse über die Psychologie des Reaktionsvorganges selbst zu suchen. Was sich in dieser Beziehung etwa finden sollte, konnte nur als zufällige, aber willkommene Beigabe hingenommen werden.

Ehe wir die Darstellung der Untersuchung beginnen, mögen zuvor die Ergebnisse der Psychologie des einfachen Reaktionsvorganges, soweit sie für unsere Aufgabe in Betracht kommen, ins Gedächtnis zurückgerufen werden.

2. Sensorielle, muskuläre, natürliche und bequeme Reaktion.

Die herrschende Auffassung des Reaktionsvorganges ist wesentlich bestimmt durch die Entdeckung Ludw. Langes[1]), daß mit der Bezeichnung „einfacher Reaktionsvorgang" zwei psychologisch ganz verschiedene Erlebnisformen, die sensorielle und die muskuläre Reaktion, getroffen wurden. Damit beginnt ein neuer Abschnitt in der Erforschung des

[1]) L. Lange, Neue Experimente über den Vorgang der einfachen Reaktion auf Sinneseindrücke, in Wundt, Philos. Stud. Bd. IV. 1888. S. 479 ff.

Reaktionsvorganges. Der einschneidenden Bedeutung dieser Entdeckung gibt z. B. Ach[1]) mit den Worten Ausdruck, daß Lange zur Erforschung dieses Gebietes mehr getan habe, als alle seine Vorgänger zusammen, und daß die meisten Arbeiten vor ihm nur noch geschichtliches Interesse hätten. Ähnlich äußern sich auch Wundt[2]) und Salow[3]) darüber.

Worin bestand nun das Neue in der Erkenntnis Langes? Nach der damaligen Anschauung[4]) sah man in der einfachen Reaktion einen psychophysischen Vorgang, der aus rein physiologischen und aus psychischen Teilprozessen zusammengesetzt war. Die physiologischen Faktoren waren erstens die zentripetale Leitung des Reizes vom Sinnesorgan zum Zentrum und zweitens die zentrifugale Leitung vom Zentrum bis zu den reagierenden Muskeln und das Anwachsen der Energie in diesen. Zwischen diesen physiologischen Faktoren lagen die drei psychischen Teilprozesse der Perzeption und Apperzeption des Reizes und der Willenserregung und Auslösung der registrierenden Bewegung im Zentrum. Da zeigten die Versuche Langes, daß dieses Schema nur auf eine Form der Reaktion passe, und daß es daneben noch eine andere von ihr psychologisch wesentlich verschiedene gebe. Er fand, daß bei der ersten Reaktionsform, die dem bisherigen Schema entsprach, die Aufmerksamkeit ganz auf die genaue Erfassung des verabredeten Reizes gerichtet ist, und erst, nachdem dieser apperzipiert ist, erfolgt die Reaktion. Bei der zweiten Form ist die Aufmerksamkeit von Anfang an darauf gerichtet, so schnell wie möglich auf den Reiz hin die geforderte Bewegung auszuführen. Dann findet die wirkliche Apperzeption des Reizes in der Regel erst nach vollzogener Bewegung statt, so daß Perzeption des Reizes und Auslösung des Willensimpulses zusammenfallen. Bei häufiger Wiederholung kann sogar die Bewegung ganz automatisch oder reflexmäßig erfolgen. Dann wird der Reflex durch den Eintritt der Reizperzeption ausgelöst.

Nach dem Hauptunterschiedsmerkmal, der Richtung der Aufmerksamkeit und den dadurch hervorgerufenen Spannungsempfindungen entweder im aufnehmenden Sinnesorgan oder in den reagierenden Muskeln, nannte Lange die erste Form „sensorielle", die zweite „muskuläre Reaktion"[5]). Wundt gebraucht statt dieser Namen gleichbedeutend mit ihnen die Bezeichnungen „vollständige" und „verkürzte" Reaktionen[6]), weil die sensoriellen die psychischen Teilakte der Perzeption und der Apper-

[1]) Ach, Über die Willenstätigkeit und das Denken. Göttingen 1905. S. 7.

[2]) Wundt, Phys. Psych., Bd. III[6], S. 448.

[3]) Salow, Unters. z. uni- u. bilateralen Reaktion, in Wundt, Psychol. Stud. Bd. VII. 1911. S. 3.

[4]) Lange, a. a. O. S. 498ff.

[5]) Lange, a. a. O. S. 488.

[6]) Wundt, Phys. Psych. Bd. III[6], S. 390.

zeption des Reizes und der Erregung des Willensimpulses vollständig enthält, und bei der muskulären diese psychischen Glieder teils fehlen können, teils erst nach erfolgter Reaktion ins Bewußtsein erhoben werden.

Zu diesen subjektiven Unterschieden in der vorbereitenden Aufmerksamkeit und in den Spannungsempfindungen gesellen sich einige objektive. Bei sensoriellen Reaktionen sind infolge der größeren Kompliziertheit des Prozesses und der nie fehlenden psychischen Mittelglieder die Reaktionszeiten länger und weisen eine größere Streuung der Fälle auf. Entsprechend finden die einfacheren psychophysischen Verhältnisse bei der muskulären Reaktion ihren Ausdruck in kürzeren Zeiten und einer geringeren Streuung. Für geübte Reagenten beträgt die Dauer der sensoriellen Reaktion auf Schallreize etwa 170—220 σ, die der muskulären etwa 100 σ, die mittlere Variation, das Maß für die Streuung der Fälle, ist bei den ersteren etwa 20—30 σ, bei der zweiten etwa 10 σ. Alle diese Zahlen sind bei sehr großer Übung auf noch niedrigere Werte zu bringen. Reaktionen auf Lichteindrücke sind um 60—80 σ länger[1]), wahrscheinlich aus dem rein physiologischen Grunde, daß die Empfindung im Gesichtssinn als einem chemischen Sinn langsamer ansteigt, als in dem zu den mechanischen Sinnen zählenden Gehörsinn.

Auch das Verhalten zu Fehlreaktionen und zu Vorreaktionen ist bei beiden Reaktionsformen verschieden. „Fehlreaktionen" sind solche, bei denen die Reaktion durch einen andern als den verabredeten Reiz ausgelöst wird, während Vorreaktionen darin bestehen, daß infolge der großen Bewegungsbereitschaft der Bewegungsimpuls vor dem Auftreten des Reizes ausgelöst wird oder doch so früh, daß er nicht als Wirkung des Reizes angesehen werden kann. Sie sind meist nur dann möglich, wenn dem Hauptreiz in konstanter Zeit ein Vorsignal vorangeht. In muskulären Versuchsreihen sind Vor- und Fehlreaktionen, namentlich wenn die Vp. noch keine große Übung besitzt, relativ häufig. In sensoriellen Reihen dagegen kommen Vorreaktionen gar nicht und Fehlreaktionen höchstens dann vor, wenn aus methodischen Gründen verschiedene Reize verwendet werden.

Läßt man eine Vp. nach einer Instruktion reagieren, die keine Vorschrift über die Richtung der Aufmerksamkeit enthält, so wird man in der Regel nicht „extrem" sensorielle oder „extrem" muskuläre Reaktionen bekommen. Die Vp. wird ihre Aufmerksamkeit wandern lassen, sie bald der Reizauffassung, bald der Ausführung der Bewegung zuwenden, oder sie wird sie auf beide Vorgänge verteilen, bis sie in den meisten Fällen durch häufige Wiederholung schließlich eine bestimmte Einstellung, die ihr am natürlichsten und bequemsten ist, herausgefunden hat. Diese wird sie dann bevorzugen. Welches diese Einstellung sein wird, ist bei

[1]) Wundt, Phys. Psych. Bd. III[6], S. 393.

den verschiedenen Vpp. verschieden. Sie kann sich von vornherein einer der beiden extremen Formen sehr nähern, ja, mit ihr zusammenfallen. Meistens jedoch wird sie eine mehr oder weniger vermittelnde Stellung einnehmen. Diese Reaktionsweise hat man als die „natürliche", auch wohl als die „neutrale", „zentrale" oder „bequeme" bezeichnet.

Die Begriffe „Reaktionsform", „Reaktionstypus" und „Reaktionsweise" sind nicht immer scharf geschieden worden. Im folgenden werden sie in der von Deuchler[1]) festgelegten Bedeutung angewendet. „Reaktionsform", ein generell-psychologischer Begriff, bezeichnet danach nichts anderes, „als den gesamten methodisch eingeleiteten und geregelten Reaktionsvorgang, der auch immer nur mit Hilfe der Versuchsbedingungen charakterisiert werden kann", „Reaktionstypus", ein differenziell-psychologischer Begriff, hat den Sinn, „daß ein Beobachter vermöge seines, durch natürliche Anlage und Gewöhnung bedingten psychophysischen Habitus sich in bestimmter Weise verhält", und endlich bezeichnet die „Reaktionsweise" „im allgemeinen den Modus, wie im einzelnen Fall die Reaktion ausgeführt wird".

Die Arbeiten über einfache Reaktionen in den auf Langes Entdeckung folgenden Jahren beschäftigen sich zum großen Teil mit dem Verhältnis der beiden extremen Reaktionsformen zueinander und zur natürlichen Reaktionsweise. Es handelt sich darum, festzustellen, ob beide Formen ihrem Wesen nach gleich oder verschieden sind, und ob es sich bei ihnen um generelle Gesetzmäßigkeiten oder nur um individuelle Eigentümlichkeiten handelt. Dabei sind so ziemlich alle möglichen Standpunkte vertreten worden[2]). Als bleibendes Ergebnis darf wohl gelten, daß die sensorielle und die muskuläre Reaktionsform zwei psychologisch wesentlich verschiedene Vorgänge genereller und nicht bloß individueller Natur sind. Diese Ergebnisse stützen sich in erster Linie auf die Tatsache, daß es möglich ist, wie die Versuche von Alechsieff und Bergemann beweisen, eine Vp. unter mehr oder minder großen Schwierigkeiten in beiden Reaktionsformen vollkommen einzuüben[3]).

Gegenüber der Untersuchung der extremen oder reinen Formen trat die der natürlichen Reaktionsweise in den Hintergrund. Als Mischform hatte sie für die generelle Psychologie nur geringes Interesse[4]). Um so größer dürfte ihre Bedeutung noch einmal in der differenziellen

---

[1]) Deuchler, Beiträge zur Erforschung der Reaktionsformen, in Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV. 1908, S. 367ff.

[2]) Vgl. Salow in Wundt, Psychol. Stud. Bd. VII. 1911, S. 1ff.

[3]) Alechsieff, Reaktionszeiten bei Durchgangsbeobachtungen, in Wundt, Philos. Stud. Bd. XVI. 1900, S. 1ff.

Bergemann, Reaktionen auf Schalleindrücke, in Wundt, Psychol. Stud. Bd. I. 1906. S. 179ff.

[4]) Bergemann, a. a. O. S. 203. Wundt, Phys. Psych. Bd. III. S. 448.

Psychologie werden. Von Lange, Ach und Deuchler wird sie höchstens gelegentlich erwähnt, und Wundt nennt sie „nichts weiter als eine undisziplinierte Reaktionsweise", die „keinen Anspruch darauf erheben kann, neben den beiden streng zu definierenden Formen als dritte anerkannt zu werden"[1]).

Der Begriff der natürlichen Reaktionsweise ist nicht immer eindeutig gebraucht worden. So bezeichnet Alechsieff solche Reaktionen als natürlich, die vom Beobachter ohne vorher festgelegte Richtung der Aufmerksamkeit auf die für ihn bequemste Weise ausgeführt wurden. Dabei konnte je nach der Anlage des Reagenten eine Annäherung an die extremen Formen stattfinden. Das Schwergewicht ist also auf die „bequeme" Ausführung gelegt[2]).

Anders bei Bergemann. Er unterscheidet zwischen den natürlichen Reaktionen psychologisch ungeübter, d. h. solcher Vpp., die den theoretischen Unterschied der Reaktionsformen nicht kennen, vor allem aber noch nie Reaktionsversuche ausgeführt haben, und psychologisch erfahrener Reagenten. Seine Ergebnisse faßt er dahin zusammen, „daß unter der natürlichen Reaktionsweise bei einigen Personen, hauptsächlich psychologisch unbefangenen, im Anfang der Versuche eine mittlere, späterhin aber jede von den beiden extremen Formen verstanden werden kann; bei geübten Reagenten dagegen genau genommen nur mittlere, während die mit untergelaufenen extremen als solche erkannt und bezeichnet werden"[3]). Uns interessiert hier besonders das Verhalten geübter Reagenten. Daß bei diesen die natürlichen Reaktionen eigentlich von mittlerer Dauer sein müssen, begründet Bergemann folgendermaßen: „Sie (die Vpp.) werden sich sagen, daß darunter weder extrem muskuläre noch sensorielle gemeint sein können, da ja sonst diese von ihnen verlangt wären. Daher werden sie sich von vornherein vornehmen, mittlere Zeiten zu liefern, ohne sich aber, da sie ja laut Anweisung reagieren sollen, wie es ihnen am natürlichsten, passendsten, bequemsten ist, sonderlich angestrengt zu bemühen, daß ihre Aufmerksamkeit auch ja genau nach beiden Richtungen hin geteilt ist, und wenn sie das tun, so werden wiederum ihre Bemühungen nicht immer erfolgreich sein. Vielmehr wird ihnen auch eine große Zahl muskulärer und ebenso sensorieller Reaktionen mit unterlaufen, die sie als solche aber natürlich erkennen und protokollieren werden"[4]). — Die Forderung, bequem zu reagieren, scheint mit dem Vorsatz, mittlere Zeiten liefern zu wollen, wenigstens für einige der Vpp. im Widerspruch gestanden zu haben. Die untergelaufenen extremen Reaktionen, von denen die Rede ist, sind doch wohl nur so zu erklären, daß sie

[1]) Wundt, a. a. O. S. 448.
[2]) Wundt, Philos. Stud. Bd. XVI. 1900. S. 18.
[3]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. I. 1906. S. 202.
[4]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. I. 1906. S. 199.

der Vp. bequemer waren als die gewünschten mittleren Formen. Trotzdem wurden sie gleichsam als Fehler empfunden und bezeichnet. Hier sind zwei verschiedene Einstellungen zusammengeworfen. Will man mittlere Zeiten liefern, so muß man auch die Richtung der Aufmerksamkeit, in diesem Fall auf Sinneseindruck und Bewegung, vorher festlegen, gleichviel, ob dies bequem ist oder nicht. Umgekehrt ist nicht gesagt, daß, wenn „natürlich" im Sinne von „bequem" reagiert werden soll, die Reaktionen von mittlerer Form sind. Im Gegenteil haben die vorliegenden Versuche gezeigt, daß infolge besonderer Anlage, namentlich aber infolge vorausgegangener Übung extreme Reaktionen bequemer liegen können als mittlere.

Auch von Bergemanns eigenen Kurven stimmen eigentlich nur zwei[1]) ganz zu seiner Theorie, indem in ihnen wirklich die mittleren Zeiten überwiegen. Bei der dritten[2]) ist das Verhältnis schon stark verschoben zu ungunsten der mittleren Zeiten, und die vierte[3]) kann man ohne Bedenken als rein muskuläre ansprechen, bei der infolge der nicht ganz bestimmten Aufgabestellung einige wenige verlängerte Reaktionen untergelaufen sind.

Somit war es von vornherein nahegelegt, einen Unterschied zwischen „natürlicher" und „bequemer" Reaktionsweise zu machen. Für psychologisch unerfahrene Reagenten sind beide Ausdrücke gleich bedeutend. Bei geübten Reagenten kann man dann unter Anlehnung an die bisherige Ausdrucksweise die Aufgabe, ausschließlich mittlere Formen zu liefern und nicht in eine extreme Form abzuspringen, als „natürliche Reaktionsweise" bezeichnen und den Begriff der „bequemen Reaktionsweise" der Einstellung vorbehalten, bei der das Hauptgewicht darauf gelegt wird, daß die Reaktion in der der Vp. leichtesten Weise auszuüben ist. Dabei fällt die bequeme Reaktion entweder mit der natürlichen oder einer der extremen Formen zusammen; denn an sich betrachtet ist sie nicht eine von den andern Formen verschiedene oder außer diesen bestehende Form, sondern diese Bezeichnung bringt nur ein subjektives Moment der Art und Weise, wie die Reaktion ausgeführt wird, zum Ausdruck. Selbstverständlich ist bei dem Wort „bequem" nicht etwa an nachlässig oder gleichgültig zu denken. Die Anspannung der Aufmerksamkeit und die Versuchsbereitschaft sind bei ihr nicht geringer als bei den extremen Formen.

3. Der Gang der Untersuchung.

Die Untersuchung nahm folgenden Gang. Zuerst wurde die natürliche Reaktionsweise jeder Vp. ermittelt. Das Ergebnis wurde in einer

[1]) Ebenda S. 200, Fig. 7 und 8.
[2]) Ebenda S. 201, Fig. 9.
[3]) Ebenda S. 201, Fig. 10.

Häufigkeitskurve dargestellt, und dann wurde die Reaktionsform möglichst intensiv eingeübt, die dem niedrigeren Gipfel der Kurve entsprach, die also der natürlichen Anlage der Vp. möglichst entgegengesetzt war. Als Merkmal für die erreichte Einübung wurde es angesehen, wenn das arithmetische Mittel der Reaktionszeiten und ihre Streuung einigermaßen konstant geworden waren, und wenn außerdem bei sensoriellen Reaktionen die Prüfungsversuche gebührend beachtet wurden und bei den muskulären Reaktionen keine Vor- und Fehlreaktionen mehr vorkamen. Die letzten Reihen dieser Einübung wurden wieder zu einer Häufigkeitskurve verarbeitet.

Nach Beendigung der Einübung trat eine längere Pause ein. Dann fand eine Nachprüfung statt. Die Vp. erhielt die Instruktion, bequem zu reagieren, und auch aus diesen Versuchszeiten wurde eine Häufigkeitskurve konstruiert.

So ergaben die Versuche für jede Vp. drei Häufigkeitskurven. Durch Vergleichung derselben ließ sich feststellen, ob die ursprüngliche Reaktionsweise durch die Einübung der entgegengesetzten Reaktionsform nach längerer Zeit noch erkennbare Nachwirkung hinterlassen hatte. Als weitere Hilfsmittel zur Feststellung eines solchen Übungseinflusses wurde die arithmetische Charakterisierung benutzt. Außerdem wurde in den Fällen, in denen die Beeinflussung fraglich oder doch nur gering zu sein schien, untersucht, ob auf besondere Instruktion die Einstellung der eingeübten Reaktionsform ohne Schwierigkeit wieder angenommen und eingehalten werden konnte.

Diesen schwierigen und zeitraubenden Versuchen unterzogen sich Herr Assistent J. Handrick, Fräulein stud. päd. Hoelemann, Herr Dr. W. Voigt und die vier Schulkinder Albert Hübel, Ernst Matthias, Hermann Paak und Walter Pasold. Ihnen sei für die Opfer an Zeit und Mühe und für das Interesse, das sie den Versuchen bis zum Schluß entgegengebracht haben, bestens gedankt. Die einzelnen Beobachter werden im folgenden mit den Buchstaben A—G[1]) bezeichnet, ohne Rücksicht auf die obige Reihenfolge.

B. Die Versuche, Methodisches und ihre Durchführung.

I. Versuchsanordnung.

Die Versuche sind in den Räumen und mit den Apparaten des Instituts für experimentelle Pädagogik und Psychologie des Leipziger Lehrervereins ausgeführt worden. Es standen für sie zwei Zimmer zur Verfügung, die durch ein dazwischen liegendes drittes getrennt waren.

[1]) Die mit * bezeichneten Vpp. sind Kinder.

Der Reagent befand sich also, wie dies von den meisten Psychologen für wünschenswert, wenn nicht für unerläßlich gehalten wird, in einem besonderen Zimmer[1]), in dem er weder durch die Gegenwart anderer Personen, noch durch das Geräusch der arbeitenden Apparate, noch durch die zu deren Bedienung erforderlichen Tätigkeiten gestört werden konnte. Die Verständigung zwischen Versuchsperson und Versuchsleiter wurde durch verabredete Glockenzeichen erzielt.

Für das vorliegende Problem war es von verhältnismäßig untergeordneter Bedeutung, aus welchem Sinnesgebiet der zu beantwortende Reiz genommen wurde. Der größeren experimentellen Einfachheit und der günstigeren physiologischen und psychologischen Bedingungen wegen wurden akustische Reize gewählt.

Die Versuchsanordnung stimmt im Prinzip mit der von Bergemann[2]) benutzten überein. Deshalb sind im folgenden nur die von dessen Anordnung abweichenden Einzelheiten angegeben. (Vergl. Fig. 1.)

In dem Zimmer der Vp. befanden sich der Reaktionstaster[3]) T, ein Schallhammer[4]) H, eine Glocke P für den Prüfungsreiz, eine Glocke V für das Vorsignal und eine stark abgedämpfte elektrische Klingel G_1 zur Vermittelung von Verständigungssignalen. Auf dem Tisch, an dem der Reagent saß, waren nur der Taster T und ein Druckknopf D für eine Klingel G_2 im Zimmer des Experimentators angebracht. Der Taster war festgeschraubt, doch für jede Vp. so, wie es ihr am bequemsten war.

Die übrigen Apparate standen auf einem andern Tisch, und zwar so, daß die Reagenten ihnen den Rücken zuwandten. Außerdem waren sie noch durch einen Schirm aus Pappe verdeckt. Es war auf diese Weise verhindert, daß sich etwa durch Unterschiede in der Erschütterung beim Niederfallen des Schallhammers oder beim Anschlag der Glocke für den Prüfungsreiz, oder durch optische Eindrücke oder andere ähnliche Ursachen dieser Art Assoziationen bildeten, die die Ausführung der Reaktion hätten beeinflussen können.

Der Schallhammer und die Glocken waren so eingestellt, daß die entstehenden Schälle von mittlerer Stärke waren und an sich nicht unangenehm empfunden wurden, und daß vor allem keine Nebengeräusche entstanden. Bei dem Prüfungsreiz wurde darauf geachtet, daß der Schall sofort als reiner, angenehmer Glockenschlag ertönte, damit er sich vom ersten Augenblick an durchaus vom Schlag des Schallhammers unter-

[1]) Wundt, Phys. Psych. III[6], S. 404.
Deuchler in Wundts Psychol. Stud. Bd. IV, 1908, S. 386.
Gegen diese Forderung z. B. Ach, Über die Willenstätigkeit und das Denken, Göttingen 1905, S. 27ff.

[2]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. I, 1906, S. 183ff.

[3]) Wundt, Phys. Psych. III[6], S. 368, Anm. 1.

[4]) Ebenda S. 478.

schied und bei sensorieller Einstellung nicht mit ihm verwechselt werden konnte.

Im Zimmer des Experimentators waren die Vorrichtungen für die Zeitmessung und für die Auslösung des Vorsignals und der Reize untergebracht. Diese Auslösung geschah elektromagnetisch. Damit die Zeit zwischen dem Vorsignal und dem eigentlichen Reiz, bzw. dem Prüfungsreiz genau reguliert werden konnte, wurden die beiden Stromkreise durch

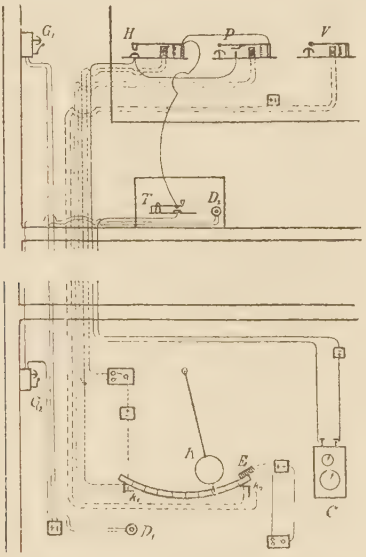

Fig. 1. Versuchsanordnung.

C Chronoskop.
H Schallhammer.
K Kondaktpendel.
$k_1 k_2$ Umlegkontakte.
E Elektromagnet für das Pendel.
P Glocke für den Prüfungsreiz.
V Glocke für das Vorsignal.
$G_1 G_2$ Glocken für Verständigungssignale.
$D_1 D_2$ Druckknöpfe für die Glocken $G_1 G_2$.

——— Hauptstromkreis.
– – – – Stromkreis für den Schallhammer.
..... Stromkreis für die Glocke für den Prüfungsreiz.
—.—.—.— Stromkreis für das Vorsignal.
——— Nebenkreise.

ein Kontaktpendel[1]) K geschlossen. Es war mit Hilfe von Gewichten und Gegengewichten so eingestellt, daß die Vorperiode, wie Ach die Zeit zwischen Vorsignal und Reiz nennt[2]), bis auf 1,5 Sekunden ausgedehnt werden konnte. Sollte sie verkürzt werden, so wurde nur der zweite Kontakt dem ersten näher gerückt.

Die Reaktionszeiten wurden mit dem von R. Schulze verbesserten

[1]) Wundt, Phys. Psych. III, S. 382.
[2]) Ach, Willenstätigkeit und Denken. S. 9.

Chronoskop[1]) C gemessen. Es ist nicht nur in der Handhabung weit bequemer als das gewöhnliche Hippsche, sondern es arbeitet auch sicherer und zuverlässiger. Geprüft wurde es mit dem großen Wundtschen Kontrollhammer[2]), und dessen absolute Fallzeit wurde mit dem großen Chronographen[3]) festgestellt. In der Regel wurden Reihen von 15—20 Kontrollversuchen gemacht. Die mittlere Variation dieser Reihen bewegte sich zwischen 1,1 σ und 2,9 σ. Das arithmetische Mittel aus den mittleren Variationen sämtlicher Kontrollreihen betrug 2 σ, eine Größe, die bei den relativ hohen Zeiten wohl ohne Schaden für das Gesamtbild vernachlässigt werden kann. Die durch die Kontrollversuche sich ergebende Korrektur wurde erst ganz zum Schluß vorgenommen. Für die Konstruktion der Kurven und für die Verrechnung wurden die Rohzahlen zugrunde gelegt.

2. Verlauf des Einzelversuchs.

Der einzelne Versuch verlief folgendermaßen. Ein Zeichen mit der gedämpften elektrischen Klingel kündigte der Vp. an, daß der Versuch alsbald beginnen werde. Dieses Zeichen war nur ein ganz rohes Aufmerksamkeitssignal und entsprach etwa einem „Achtung" oder „Bitte". Ihm folgte nach kurzer Zeit das Vorsignal. Auf dieses hin sollte die Vp. den Taster niederdrücken und ihre Aufmerksamkeit der Instruktion gemäß möglichst konzentrieren. Nach einer Vorperiode von genau bestimmter Dauer kam der eigentliche Reiz, bestehend in einem Schlag des Schallhammers, oder falls es sich um einen Prüfungsversuch handelte, der Prüfungsreiz. Auf den Hammerschlag sollte der Reagent den Taster loslassen, auf den Prüfungsreiz dagegen sollte er nicht reagieren. Durch das Aufschlagen des Schallhammers auf einen eisernen Amboß wurde ein Stromkreis geschlossen, der durch den Kontrollhammer, das Chronoskop, den niedergedrückten Taster und den Schallhammer ging. Dieser Stromkreis brachte auf elektromagnetischem Wege die Zeiger des Chronoskops mit dem Gangwerk in Verbindung, so daß sie liefen, bis der Stromkreis durch das Loslassen des Tasters wieder unterbrochen wurde. Beim Prüfungsversuch ging der Strom nicht durch den Schallhammer, sondern durch eine Abzweigung wurde auf ganz ähnliche Weise die Schließung des Stromkreises durch die Glocke, die den Prüfungsreiz gab, bewirkt. Da in diesem Falle nicht reagiert werden sollte, mußten die Zeiger fortgesetzt laufen. Damit war dem Experimentator ein objektives Kontrollmittel für das Gelingen oder Nichtgelingen eines Prüfungsversuches gegeben. Nachdem die Reaktionszeit abgelesen und notiert war, wurde das

[1]) R. Schulze, Veröffentlichungen des Instituts für experimentelle Pädagogik und Psychologie des Leipz. Lehrervereins, I. Bd., Leipzig 1910, S. 192ff.

[2]) Wundt, Phys. Psych. III, S. 374ff.

[3]) Ebenda S. 382ff.

Pendel zurückgelegt, die Kontakte wurden wieder geöffnet, und damit war alles für den nächsten Versuch bereit. Die Dauer des Einzelversuches betrug im Durchschnitt etwa 40 Sek. Dies stimmt mit der von Lange[1]) vorgeschlagenen Zeit gut überein; denn nach seiner Erfahrung machen ungeübte Reagenten bei schnellerer Aufeinanderfolge der Versuche mehr Fehlreaktionen, und es wird die Tendenz zum Übergang in die muskuläre Reaktionsweise gefördert.

3. Protokollierung.

Da es sich um die intensive Einübung einer extremen Reaktionsform handelte, so mußte jede Versuchsreihe möglichst ohne Unterbrechung durchgeführt werden[2]). Aus diesem Grunde wurden auch die Protokollierungen auf ein Minimum eingeschränkt. Die Kinder machten überhaupt keine Aufzeichnungen, den Erwachsenen war es freigestellt, mit kurzen verabredeten Zeichen — ebenso wie es schon vorher Bergemann[3]) u. a. getan hatten — die Richtung der Aufmerksamkeit bei der Ausführung der Reaktion zu notieren. Verlangt wurde von ihnen nur die Angabe auffälliger, vom gewöhnlichen Verlauf abweichender Erscheinungen, insbesondere die Bezeichnung der Versuche, die nach dem subjektiven Eindruck den gestellten Bedingungen nicht zu entsprechen schienen und daher zu streichen waren. Soweit es nötig und möglich war, wurden diese Angaben nach Schluß der Versuchsreihe vervollständigt. Wollte der Reagent innerhalb der Reihe sofort ausführlichere Notizen machen, so benachrichtigte er den Versuchsleiter durch ein Klingelzeichen, damit dieser den nächsten Versuch nicht zu früh folgen ließ. Dieses Verfahren wurde von keinem Beobachter als störend oder lästig empfunden.

Die Kinder hatten die Instruktion bekommen, sofort, „wenn ihnen irgend etwas aufgefallen war", oder wenn bei einem Versuch „etwas anders war als sonst", den Versuchsleiter zu benachrichtigen, damit ihre Beobachtungen unmittelbar nach dem Erlebnis protokolliert werden konnten. Ebenso wurde, wenn eine Chronoskopzeit von den vorhergehenden stark abwich und daher annehmen ließ, daß der Versuch nicht in der normalen Weise verlaufen war, sofort festgestellt, wie weit diese Vermutung durch Selbstbeobachtung der Vp. bestätigt wurde. Selbstverständlich wurde bei den Fragen nach Möglichkeit alles vermieden, was eine bestimmte Antwort suggerieren konnte.

Es mag hier erwähnt werden, daß die unbeeinflußten Angaben der Kinder durchaus den Eindruck der Zuverlässigkeit und Richtigkeit

[1]) Wundt, Philos. Studien Bd. IV, 1888, S. 491.
[2]) Wundt, Phys. Psych. III[6], S. 420.
[3]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. I, 1906, S. 185, 197, 199.
Wundt, Philos. Stud. Bd. VI, 1891, S. 215ff. und Bd. VII, 1892, S. 474f.

machten. Wenigstens stimmten sie durchweg gut zu dem beobachteten objektiven Tatbestand und boten eine genügende Garantie dafür, daß die Aufgaben instruktionsgemäß aufgefaßt und ausgeführt werden.

Das Arbeiten mit den Kindern gestaltete sich überhaupt leichter und angenehmer als erwartet worden war. Nennenswerte Schwierigkeiten kamen gar nicht vor. Trotz der sehr großen Anforderungen, die an die Knaben gestellt werden mußten, hielten ihr Eifer und ihr Interesse bis zum Schlusse der Untersuchung aus, ohne daß sie je angespornt oder ermuntert zu werden brauchten. So hat auch diese Arbeit wieder gezeigt, daß Kinder selbst zu so schwierigen, anstrengenden und lange dauernden Versuchen wie Reaktionsversuchen herangezogen werden können.

Für künftige Untersuchungen dieser Art mit Kindern würde es sich empfehlen, wenn ein psychologisch geschulter Protokollant ständig mit der Vp. in demselben Zimmer weilte, um die Aussagen sofort aufnehmen zu können. Dies Verfahren würde weniger störend und unterbrechend wirken, als wenn der Versuchsleiter zu jeder Aussage über eine auffallende Erscheinung kommen und gehen muß.

4. Allgemeine Bemerkungen über die Durchführung der Versuche.

Die einzelne Versuchsreihe umfaßte einschließlich der Prüfungsversuche etwa 30—40 Versuche. Traten schon vorher Ermüdungserscheinungen auf, so wurde die Reihe früher abgebrochen. Sie dauerte durchschnittlich ungefähr eine Viertelstunde. In der Regel machte jeder Reagent an einem Versuchstage zwei Reihen, die durch eine Pause von mindestens 15 Minuten Dauer voneinander getrennt waren. A., der bereits mehrfach an Reaktionsversuchen teilgenommen hatte, wünschte von Anfang an, beide Reihen ohne Unterbrechung zu machen. B. und G. empfanden die gleiche Art, nachdem gegen Schluß der Untersuchung die Probe gemacht wurde, ebenfalls angenehmer und nicht ermüdend. Deshalb wurde auch bei ihnen an den letzten Versuchstagen die Pause fortgelassen.

Da jede Vp. eine relativ große Zahl von Einzelversuchen zu machen hatte, war die Gefahr vorhanden, daß allmählich eine Rhythmisierung des gesamten Prozesses entstehen konnte. (Vgl. S. 28.) Dies war um so leichter möglich, da dem Reiz jedesmal in einem gewissen Intervall ein Vorsignal voranging. Auf zweifache Weise wurde dieser Rhythmisierung entgegengewirkt: einmal durch absichtliche geringe Schwankungen in dem Tempo der Versuche, wie sie zum Teil schon die Protokollierung ganz von selbst mit sich brachte. Zweitens wurden für die Vorperiode Intervalle von verschiedener Länge verwendet, um zu verhindern, daß sich eine feste Assoziation zwischen einem Intervall und der Impulsauslösung bildete, so daß schon der bloße Ablauf dieses Intervalles genügt hätte, um den Impuls auszulösen. (Vgl. S. 28.)

Die Versuche wurden im allgemeinen nachmittags zwischen 3 und

7 Uhr ausgeführt. Nach Möglichkeit wurde dabei für dieselbe Vp. immer die gleiche Tageszeit innegehalten. Ganz ließ sich diese Forderung indessen nicht erfüllen. So wurden mit den Kindern während ihrer Ferien gelegentlich auch vormittags in der Zeit von 9—12 Uhr Versuche angestellt. Dieser kleine Verstoß gegen die Gleichheit der äußeren Bedingungen wurde als erlaubt angesehen. Sicher ist er in seiner Wirkung auch weit geringer als andere Einflüsse, die einfach in Kauf genommen werden müssen, wie z. B. die psychophysischen Veränderungen des Gesamtorganismus oder die Temperaturschwankungen und die wechselnden meteorologischen Verhältnisse, die während der Dauer einer sich über Monate erstreckenden Untersuchung ganz unvermeidlich sind. Wo daher in den Tabellen drei oder vier Versuchsreihen für einen Tag angegeben sind, verteilen sie sich auf eine Vormittags- und eine Nachmittagssitzung.

5. Behandlung der Reaktionszeiten.

a) Streichung stark abweichender Zeitwerte. Bei dem Problem der methodischen Behandlung der Reaktionszeiten ist die Frage der Streichung vom Durchschnitt stark abweichender Zeitwerte oft erörtert worden. Es lassen sich hierfür keine auf alle Fälle ohne weiteres anwendbaren Vorschriften geben, weil die Entscheidung, ob eine Reaktion den Bedingungen der Instruktion noch eben genügt hat, in allgemeingültiger Weise unmöglich ist. In älteren Arbeiten ist man in dieser Beziehung mitunter etwas willkürlich vorgegangen[1]). Jetzt wird dagegen streng gefordert, daß Reaktionszeiten nur dann ausgeschieden werden wenn sich jeder einzelne Fall objektiv oder subjektiv rechtfertigen läßt.

Die Wirkung des Fortlassens stark abweichender Zeitwerte zeigt sich am stärksten an der mittleren Variation. Ihr Betrag würde kleiner werden. Da sie aber bei arithmetischer Charakterisierung der Reaktionsformen der am meisten typische Wert ist und oft schon allein genügt, um die Reaktionsform festzustellen, ergibt sich von selbst die Forderung, sie nicht durch willkürliche Maßnahmen zu korrigieren.

Der Einfluß auf das arithmetische Mittel ist von geringerer Bedeutung. Er kann sogar ganz verschwinden, wenn sich die Streichung gleichmäßig auf die nach oben wie die nach unten abweichenden Werte erstreckt.

Bei der vorliegenden Arbeit galten für die Streichung von Versuchen dieselben Gesichtspunkte, die im wesentlichen bereits von L. Lange[2]) aufgestellt und von Deuchler[3]) anerkannt sind. Ausgeschieden wurden

1. alle Versuche, bei denen eine Störung durch äußere Ursachen stattgefunden hatte,

[1]) Vgl. Wundt, Phys. Psych. III[5], S. 415, Anm. 2.
[2]) Wundt, Philos. Stud. Bd. IV, 1888, S. 483f.
[3]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV, 1908, S. 393ff.

2. alle von der Vp. selbst als verfehlt bezeichneten Versuche,
3. die ersten Versuche einer Reihe, soweit sie sehr stark vom Durchschnitt abwichen, weil die Vp. nicht immer sofort die richtige Einstellung fand[1]),
4. Versuche unmittelbar nach einem Prüfungsversuch, aber ebenfalls nur, wenn ihre Zeiten sich sehr von denen der übrigen Versuche unterschieden (vgl. S. 30f.),
5. Versuche, bei denen die Vp. einen Prüfungsversuch erwartet hatte, statt dessen aber der normale Reiz kam. Die Enttäuschung bewirkte dann eine starke Verlängerung der Zeiten. Fälle dieser Art traten überhaupt selten auf und nur am Anfang, ehe die Vp. sich an die positive Einstellung gewöhnt hatte (vgl. S. 30f.),
6. Vorreaktionen.

b) Streuungs- oder Häufigkeitskurven. Für eine übersichtliche Darstellung der Versuchsergebnisse stehen zwei Hilfsmittel zur Verfügung: Die geometrische Charakterisierung durch die Streuungs- oder Häufigkeitskurve und die arithmetische Charakterisierung. Jedes dieser beiden Verfahren hat seine eigenen Vorzüge und Grenzen, aus denen sich ergibt, wenn das eine und wann das andere anzuwenden ist.

Die Streuungskurve konstruiert man, indem man auf einer Abszissenachse eine Zeitskala mit dem Intervall i als Maßeinheit aufträgt. Auf der Ordinate jedes angegebenen Zeitwertes wird dann für jeden beobachteten Fall innerhalb der Zone $-\frac{1}{2}i$ bis $+\frac{1}{2}i$ die festgesetzte Ordinateneinheit aufgetragen. Die Verbindungslinie der Endpunkte dieser Ordinaten ist die gesuchte Kurve. Sie gewährt durch einen einzigen Blick ein anschauliches Bild der Größenverhältnisse des gemessenen Gegenstandes, sowie der Streuung und Häufung der beobachteten Fälle. Deshalb ist sie besonders da am Platze, wo die gemessenen Größen sich um zwei oder mehr bevorzugte Werte ordnen. — Dies gelangt in der Kurve dadurch zum Ausdruck, daß jedem bevorzugten Wert ein aus dem Gesamtverlauf der Kurve deutlich sich abhebender Gipfel entspricht. So ist die Häufigkeitskurve auch ein bequemes Hilfsmittel zur Feststellung des Reaktionstypus eines Beobachters.

Aber das Bild, das die Streuungskurve liefert, ist nicht unter allen Umständen ein treues. Gerade bei Reaktionsversuchen macht man häufig die Beobachtung, daß gewissermaßen das ganze Niveau der Reaktionszeiten sich bei ein und derselben Versuchsperson in verschiedenen unter objektiv gleichen Bedingungen angestellten Versuchsreihen beträchtlich heben und senken kann[2]), ohne daß der Beobachter

[1]) Wundt, Phys. Psych. III[6], S. 419.
[2]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. I, 1906, S. 204.

es weiß oder einen Grund dafür angeben kann[1]). Im Gegenteil wird man meistens die Aussage erhalten, daß solche Reihen als subjektiv durchaus gleich erlebt wurden. Die Ursache liegt in Schwankungen in der psychophysisehen Gesamtdisposition des Beobachters[2]), die ihm selbst unbewußt sind, und die sich daher nicht feststellen lassen.

Ein Beispiel möge dies erläutern. Aus den Versuchsreihen der Vp. A sind aus vier aufeinanderfolgenden Versuchstagen die Partialreihen mit der Vorperiode von 1,5 sec. herausgelöst. Die ersten beiden Reihen bilden jedesmal den Anfang der Tagesreihe, den letzten beiden gehen Versuche mit anderer Vorperiode voraus.

Tab. 1.

Datum	Instrukt.	Vorperiode	n	aM	mV
20. 7.	musk.	1,5 sec.	29	105 (105)	13,9
22. 7.	„	„	21	119 (110)	14,0
24. 7.	„	„	22	105 (108)	9,2
31. 7.	„	„	14	118 (115)	10,9

In den zusammengehörigen Reihen ist die mittlere Variation, also auch die Streuung, annähernd gleich (13,9 bzw. 14,0 und 9,2 bzw. 10,9), während sich die arithmetischen Mittel in jeder Gruppe um 14 σ bzw. 13 σ unterscheiden. Daß diese Verschiedenheit nicht ein Ergebnis der Übung ist, folgt schon aus der Tatsache, daß die Veränderung nicht in derselben Richtung fortschreitet.

Auch die Ermüdung ist nicht Ursache dieser Erscheinung, denn von den Teilreihen mit 105 σ bildet die eine den Anfang, die andere den Schluß der betreffenden Tagesreihe. Entsprechend ist es mit den andern beiden Teilreihen.

Aus den eingeklammerten Zahlen, die die arithmetischen Mittel der Gesamtreihen darstellen, geht, wenn auch weniger deutlich, hervor, daß sich die Schwankungen über die Gesamtreihen erstrecken und sich nicht nur auf eine bestimmte Vorperiode beziehen.

Bergemann hat a. a. O. dieselbe Beobachtung gemacht und ist der Ansicht, daß sich diese Unregelmäßigkeiten in den Resultaten von selbst infolge der großen Zahl von Versuchen ausgleichen, ohne das charakteristische Bild der Kurve zu verändern. Dagegen dürfte doch Zweifel erhoben werden, noch dazu, wenn man in Betracht zieht, daß die Zeitdifferenz zwischen sensorieller und muskulärer Reaktionsform bei den verschiedenen Vpp. Bergemanns nur etwa 20 σ beträgt.

Für die Konstruktion der Kurve ergibt sich daraus das schwierige Problem, daß subjektiv gleichwertigen Erlebnissen Reaktionszeiten von

[1]) Vgl. die Kurve in Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV, S. 408.

[2]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV, 1908, S. 406f.

verschiedener Länge entsprechen können und daß umgekehrt gleichen Reaktionszeiten nicht notwendig auch qualitativ gleiche subjektive Prozesse zugrunde liegen müssen.

Ein anderer Faktor, der ebenfalls Verschiebungen des Niveaus zur Folge hat und zwar in der Richtung der Verkürzung der Zeiten, ist die Übung. Deshalb sind Reihen aus verschiedenen Übungszuständen nicht in ein und derselben Kurve darzustellen.

Um diese Einflüsse auf den Verlauf der Kurven „einigermaßen" zu eliminieren, schlägt Deuchler vor[1]), die aus den ungefähr konstanten Bewußtseinsbedingungen heraus entstandenen Gruppen von Reaktionszeiten nicht ihrem absoluten Wert nach aufzutragen, sondern bloß jeweils ihre Distanz vom arithmetischen Mittel als „konstantem Fehler" in Betracht zu ziehen. Der Begriff des „konstanten Fehlers" soll hier nicht den Begriff des Fehlerhaften mit enthalten, sondern er bedeutet nur „die Größe, um die der Durchschnittswert, um den sich die Einzelwerte streuen, von einem festgesetzten Nullpunkt absteht". Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, daß die Begrenzung der Versuchsgruppen, die als „aus den ungefähr konstanten Bewußtseinsbedingungen heraus entstanden" angesehen werden sollen, zum Teil, die Festsetzung des zu Grunde gelegten Nullpunktes aber ganz von dem subjektiven Ermessen des Versuchsleiters abhängt.

Von Wichtigkeit ist die Wahl des Zeitintervalles i, das man zur Abszisseneinheit nimmt. Bei zu kleinem i würde die Kurve zu zackenreich und infolgedessen zu unübersichtlich. Es haben nicht alle Gipfel und Gipfelchen der Kurve gleichen Wert für die Deutung des dargestellten Sachverhalts. Vielmehr ist zu unterscheiden zwischen wesentlichen und zwischen zufälligen Gipfeln. Diese Entscheidung kann aber nicht aus den Zahlen allein getroffen werden, sondern sie ist nur unter ausschlaggebender Berücksichtigung der Angaben der Selbstbeobachtung zu fällen. Zur Beseitigung der zufälligen Gipfel gibt es eine ganze Reihe von Ausgleichsmethoden teils rechnerischer, teils konstruktiver Natur. Die ersteren haben den Nachteil, daß sie an Stelle wirklich beobachteter Werte zu stark „ausgeglichene" setzen[2]), was zwar beim konstruktiven Verfahren auch geschieht, aber in viel geringerem Grade. Letzteres beruht auf der Aufsuchung eines zweckmäßigen i. Allgemeine Grundsätze lassen sich für die Größe desselben nicht aufstellen. Es wird in jedem einzelnen Fall durch die Art des behandelten Problems und durch besondere methodische Erwägungen bestimmt und ausprobiert werden müssen.

---

[1]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV, 1908, S. 406 u. Anm. 1.

[2]) Vgl. A. Lehmann, Lehrbuch der psychologischen Methodik, Leipzig 1906, S. 119, Fig. 113.

Alechsieff[1]) zeichnete seine Kurven mit $i = 10\ \sigma$. Dieses Intervall dürfte zu groß gewesen sein, so daß infolgedessen in seinen Kurven auch wesentliche Zacken mit verschwunden sind. Bergemann, der diese Frage ausführlicher behandelt hat[2]), kommt zu dem Schluß, „daß man höchstens 4 σ als Abszisseneinheit wählen darf, wenn man nicht Gefahr laufen will, charakteristische Einzelheiten der Ursprungskurve zu verwischen". In dieser Allgemeinheit geht die Forderung wohl zu weit. Man vergleiche z. B. die Kurven Fig. 8a und 8b. Beide sind aus dem gleichen Beobachtungsmaterial konstruiert. Bei Fig. 8a ist der Abszissenschritt 4 σ, bei Fig. 8b ist er 5 σ. Das Verhältnis von Abszisseneinheit und Ordinateneinheit ist beidemal gleich. Da man die Senkung zwischen 123 σ und 131 σ in Fig. 8a zweifellos als zufällig bezeichnen kann, gibt Fig. 8b ein klareres Bild des Tatbestandes wieder als Fig. 8a. Dasselbe fand sich auch bei den andern Kurven bestätigt. Deshalb ist überall $i = 5\ \sigma$ genommen. Das hatte den weiteren Vorteil, daß sich die Ordinate genau in der Mitte des Abszissenschrittes errichten ließ.

Streuungskurven über Reaktionsversuche, selbst über gleichartige, sind bei strenger Betrachtungsweise nicht vergleichbar. Um wenigstens eine ungefähre Vergleichung zu ermöglichen, müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein. Es müssen 1. die zugrunde gelegten Intervalle annähernd gleich sein, 2. muß das Verhältnis von Ordinateneinheit zur Abszisseneinheit in den verglichenen Kurven annähernd das gleiche sein, 3. müssen die Kurven auf dieselbe Versuchszahl reduziert werden. Liegen n Versuche vor und ist die Ordinatenlänge gleich l berechnet, so muß, falls die Kurve mit einer andern Kurve aus m Versuchen verglichen werden soll, jedes l mit dem Quotienten $\frac{m}{n}$ multipliziert werden.

Da nun die Arbeit Bergemanns sich ebenfalls mit der Einübung extremer Reaktionsformen auf Schalleindrücke unter teilweise gleichen Verhältnissen befaßt, wie sie bei dieser Untersuchung vorlagen, wurde bei der Konstruktion der Kurven die Möglichkeit eines Vergleichs derselben mit den seinigen im Auge behalten. Bergemann legte folgende Größenverhältnisse zugrunde. Es sind bei ihm

$100\ \sigma = 37{,}5$ mm und die Ordinateneinheit 1,75 mm,

in dieser Arbeit:

$100\ \sigma = 40{,}0$ mm und die Ordinateneinheit 1,875 mm.

Das gibt in beiden Fällen für den Wert des Verhältnisses von Abszisseneinheit zur Ordinateneinheit V : 0,21 : 1. Endlich ist in beiden Arbeiten die Zahl der Versuche für jede Kurve — im Anschluß an Alechsieff[3]) — auf 150 reduziert worden.

[1]) Wundt, Philos. Stud. Bd. XVI, 1900, S. 14.
[2]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. I, 1906, S. 186ff.
[3]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. I, 1908, S. 193.

c) Arithmetische Charakterisierung der Reaktionszeiten. Es ist schon erwähnt worden, daß die Streuungskurve streng genommen nur da angewendet werden darf, wo die dargestellten Zeiten immer um dasselbe Niveau schwanken. Findet dagegen eine ständig fortschreitende Verschiebung des Niveaus statt, wie z. B. bei der Einübung einer extremen Reaktionsform, bei der eine zunehmende Verkürzung der Zeiten stattfindet, so ist die arithmetische Charakterisierung zu wählen. In den beigegebenen Tabellen ist dies durch das arithmetische Mittel (aM) und die einfache mittlere Variation (mV) geschehen. Dabei zeigt das arithmetische Mittel nur an, in welcher Gegend die am häufigsten gemessenen Zeiten liegen, ohne daß es etwa mit dem Dichtigkeitsmittel zusammenfallen müßte. Die mittlere Variation ist dagegen der arithmetische Ausdruck für die Größe der Streuung der Einzelfälle. „Ist M das Mittel aus den Beobachtungen a, b, c, d . . ., deren Zahl = n ist, so ist die mittlere Variation

$$mV = \frac{(M - a) + (M - b) + (M - c) + \ldots}{n},$$

wobei die einzelnen Differenzen sämtlich positiv genommen werden“ [1]).

Zu einer objektiv noch eingehenderen Charakterisierung des Beobachtungsmaterials hat Deuchler, ausgehend von der Kollektivmaßlehre G. F. Lipps', außerdem die Berechnung des zweiten und dritten Mittelwerts und des Verteilungsquotienten τ vorgeschlagen [2]). Diese Größen für die vorliegende Untersuchung mit heranzuziehen, lag kein Anlaß vor, wie denn Wundt [3]) überhaupt von ihnen sagt: „So wichtig es daher war, daß diese Untersuchung einmal durchgeführt wurde, so dürfte mit Rücksicht auf die Veränderlichkeit der zu behandelnden Größen ihre jedesmalige Anwendung kaum anzuraten sein.“

Der Vorzug der arithmetischen Charakterisierung vor der Häufigkeitskurve besteht darin, daß sie die Vergleichbarkeit verschiedener Reihen gestattet. Dabei geben aM und mV zugleich auch Anhaltspunkte für die Beurteilung des Fortschritts in der Einübung einer extremen Reaktionsform. Die Versuche zeigten, daß diese beiden Werte veränderlicher sind, als man bisher angenommen hat.

Betrachten wir zunächst die mittlere Variation. Wundt [4]) gibt an, daß sie bei sensoriellen Reaktionen etwa 20 σ, bei muskulären etwa 10 σ betrage, und beidemal in ihrer Größe so konstant sei, daß sie „falls die Übung der Beobachter und die Zahl der Beobachtungen hinreichend ist, ein sicheres Hilfsmittel für die Erkennung der Reaktionsform abgibt. Die individuellen Differenzen sind gering“.

[1]) Wundt, Phys. Psych. Bd. III[6], S. 392, Anm. 2.
[2]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV, 1908, S. 410ff.
[3]) Wundt, Phys. Psych. Bd. III[6], S. 402.
[4]) a. a. O. S. 392.

In unsern Tabellen finden sich zuerst — namentlich, wo es sich um sensorielle Reaktionen handelt — wesentlich höhere Werte. Das lag einmal an der Einschaltung von Prüfungsversuchen mit heterogenem Reiz (vergl. dazu den folgenden Abschnitt), ferner an der stärkeren motorischen Veranlagung und drittens an der geringen Übung der Vpp. Die Werte gingen dann schnell herunter, um gelegentlich wieder etwas zu steigen. Sobald aber die Übung groß genug war, wurden die Schwankungen kleiner und bewegten sich im wesentlichen um dieselbe Höhe.

Von den sensoriell Eingeübten wich in dieser Beziehung nur das Verhalten des Beobachters G. ab. Hier bewegt sich die mittlere Variation von Anfang an ungefähr auf demselben Niveau, freilich mit ziemlich großen Schwankungen.

Einfacher verhält es sich mit der mittleren Variation bei den muskulär reagierenden Vpp. Die Grenzen, innerhalb welcher sich die mittlere Variation hier bewegt, sind viel enger und die absoluten Werte kleiner.

Aber ist die mittlere Variation ein sicheres Hilfsmittel für die Erkennung der Reaktionsform? Für sich allein wohl kaum, denn nach ungewöhnlich lange fortgesetzter Übung, wie sie in den von Wundt behandelten Versuchen wohl kaum vorgelegen hat, fanden sich bei allen Vpp. sensorielle Reihen mit sehr niedriger Variation, so z. B. bei D*, bei dem die Übung am größten war:

12,1 12,7 13,3 14,1 14,2 14,7,
bei E*: 14,7 15,3 15,9 16,4
und „ F*: 11,6 16,0.

Daß es sich bei diesen Reihen auch wirklich um sensorielle Einstellung gehandelt hat, ist dadurch bewiesen, daß in jeder von ihnen alle Prüfungsversuche richtig beachtet worden sind. Es ist außerdem anzunehmen, daß die Werte bei weiterer Fortsetzung der Einübung bei allen Vpp. noch kleiner geworden wären.

Dem stehen nun muskuläre Reihen mit relativ hoher mittlerer Variation, auch aus fortgeschrittneren Übungsstadien, gegenüber. So bei A., einem geübten Reagenten,

11,5 12,8 13,3, in der 2. musk. Reihe sogar 16,2,[1])
bei B: 10,3 u. 13,6 in der 15. u. 16. musk. Reihe,
bei C*: 13,3 15,5 u. 13,4 in der 16., 18. u. 21. musk. Reihe.

Gegen den letzteren kann man nicht etwa einwenden, daß die mittlere Variation bei Kindern überhaupt größer sei als bei Erwachsenen. Er lieferte auch Reihen, in denen sie nur

6,2 6,3 6,8 6,9 7,3 7,6 7,8

betrug.

[1]) Vgl. S. 34.

Diese hohen muskulären Werte liegen mit den oben angegebenen niedrigen sensoriellen in der gleichen Zone, so daß man aus der mittleren Variation allein einen sicheren Schluß auf die Reaktionsform nicht ziehen kann. Nimmt man aber noch das arithmetische Mittel zur Hilfe, so dürften diese beiden gemeinsam die eindeutige Feststellung ermöglichen.

Die Zone, innerhalb der sich das arithmetische Mittel der Versuchszeiten einer bestimmten Reaktionsform bewegt, ist, absolut angesehen, naturgemäß ziemlich breit, da es sich bei diesem Wert auch um größere Zahlbeträge handelt. So schwankte das aM der muskulären Reaktionszeiten

bei A zwischen 119 σ und 105 σ,
„ B „ 118 σ „ 102 σ,
„ C „ 188 σ „ 130 σ.

Wieviel größer die Verschiebungen des arithmetischen Mittels in sensoriellen Reihen bei einer und derselben Vp sind, zeigt ein Vergleich etwa folgender Reihen:

Tabelle 2.

		n	aM	mV	Pv
bei D*:	10. sens. Reihe:	32	322	20,5	3
	48. „ „	36	168	20,3	5
„ E*:	21. „ „	36	276	24,2	4
	45. „ „	33	206	16,4	4
„ F*:	22. „ „	35	316	32,6	4
	29. „ „	36	197	22,3	4
„ G:	24. „ „	31	221	25,5	4
	16. „ „	38	175	29,0	2.

Dabei ist zu bemerken, daß die letzten drei Vpp. Reihen mit noch kleinerem arithmetischen Mittel aufzuweisen haben, in denen aber nicht alle Prüfungsversuche richtig beachtet worden sind, die also keine objektiv sichere Gewähr für ganz durchgeführte sensorielle Einstellung bieten. Bei den angeführten Reihen sind dagegen sämtliche Probeversuche richtig beachtet. Zum Vergleich mit den arithmetischen Mitteln mögen die Maxima der Einübungskurven angeführt werden. Bei sensorieller Einübung liegen sie für D* und E* bei 202 σ, für G bei 197 σ, während die Kurve von F 3 Gipfel hat und zwar bei 192, 207 σ und 232 σ.

Bei der muskulären Einübung liegen sie für A bei 107—112 σ, für B bei 112 σ und für C*, dem einzigen Knaben, der muskulär eingeübt wurde, bei 152 σ.

Abgesehen von diesem letzten Fall, scheint es sich wieder zu bestätigen, daß bei genügender Übung die Zeiten einer bestimmten Reaktionsform für die verschiedenen Individuen annähernd gleich sind[1]).

[1]) Wundt, Phys. Psych. Bd. III[6], S. 400.

6. Instruktion.

Jeder Versuchsreihe ging die Instruktion, die „Versuchsregel", voran. Ihr Zweck ist, „das Verhalten des Beobachters in bestimmter Weise zu regulieren"[1]), oder sie ist, „methodologisch betrachtet, der Inbegriff der Bestimmungen, die den Beobachter über sein Tun im allgemeinen und über die Ausführung der Versuchshandlung in der Weise unterrichten, daß das Prinzip der Eindeutigkeit im Maximum verwirklicht wird; dies geschieht dadurch, daß sie ihn zu einem konstanten Verhalten anweist und ihm die Bedingungen der angemessensten Einstellung aufzeigt"[2]). Ach legt wiederholt großen Wert auf eine starre verbale Formulierung der Versuchsregel[3]). Demgegenüber betont Deuchler mit Recht, daß ein und derselbe Wortlaut für verschiedene Personen durchaus nicht die gleiche konkrete Bedeutung zu haben braucht[4]). Das beweisen auch die Erfahrungen Achs selbst; denn trotz vorsichtiger Formulierung stieß er mehrfach bei seinen Vpp. auf Mißverständnisse und falsche Einstellungen[5]). Deshalb ist für die richtige Auffassung der Versuchsregel die konkrete Veranschaulichung ihres Inhaltes an der Versuchsanordnung selbst viel wichtiger als die gewählte sprachliche Formulierung[6]).

Den Vpp., zumal den Kindern, wurden, um Störungen durch Neugierde zu vermeiden, die einzelnen Apparate, soweit sie für sie in Betracht kamen, nach Zweck und Wirkungsweise erklärt und gezeigt, wie der einzelne Versuch in seinen Teilen verlief. Besonders nötig ist es, die Reagenten auch mit dem Verlauf der Prüfungsversuche vertraut zu machen. So wurde am besten möglichen Mißverständnissen vorgebeugt.

Geradezu unerläßlich ist diese Art der Vorbereitung bei Versuchen mit Kindern. Sie würden sich sehr oft selbst täuschen über den Grad der Richtigkeit ihrer Auffassung der Versuchsregel und außerdem leicht aus Schüchternheit unterlassen zu fragen, wo sie noch im Zweifel sind.

Bei einer Vorbereitung zur Versuchstüchtigkeit in dieser Weise schwindet das Gefühl der Fremdheit sehr schnell[7]). Auch kann man so anschaulich erklären, was Deuchler in seinem „Prinzip des einfachsten und adäquatesten Verhaltens" fordert, nämlich: „Um die Eindeutigkeit der Interpretation zu wahren oder zu steigern, ist es notwendig, daß die Leistung, die von der Versuchsperson gefordert wird, sich in der einfachsten, den experimentellen Bedingungen adäquatesten Weise vollzieht"[8]). Es sollen also alle subjektiven Zutaten, die nicht unbedingt in

[1]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV, 1908, S. 361ff.
[2]) a. a. O. S. 366f.
[3]) Ach, Willenstätigkeit und Denken, S. 115.
[4]) a. a. O. S. 364.
[5]) Ach, Willenstätigkeit und Denken, S. 36.
[6]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV, 1908, S. 365.
[7]) a. a. O. S. 366.
[8]) a. a. O. S. 358.

den Ablauf des zu untersuchenden Erlebnisses hineingehören, vermieden werden. Zur Fernhaltung solcher unerwünschter Prozesse hat auch die Formulierung der Instruktion beizutragen, indem sie „möglichst wenig heterogene Bewußtseinsprozesse in das fragliche Erlebnis hineinmischt, sondern nur diejenigen veranlaßt, die notwendig sind“[1]).

Nachdem so der Inhalt der Versuchsregel zu klarem Verständnis gebracht worden war, brauchten vor jeder Versuchsreihe nur die wesentlichen Punkte wiederholt zu werden. Im Anfang geschah dies in etwas ausführlicherer Form. So lautete die Instruktion für die natürliche Reaktion etwa: „Beim Vorsignal den Taster niederdrücken! Bald darauf ertönt ein Schlag des Schallhammers. Sobald Sie den Schlag hören, lassen Sie den Taster los!“ Für die sensorielle: „Beim Vorsignal drücken Sie den Taster nieder! Bald darauf ertönt ein Schlag des Schallhammers. Sobald Sie genau wissen, daß es der Schlag war, lassen Sie den Taster los! Auf den Prüfungsreiz reagieren Sie nicht! Richten Sie die Aufmerksamkeit ganz auf den Hammerschlag!“ Und für die muskuläre: „Beim Vorsignal drücken Sie den Taster nieder! Bald darauf ertönt ein Schlag des Schallhammers. Sobald Sie den Schlag hören, lassen Sie den Taster so schnell wie möglich los! Richten Sie die Aufmerksamkeit ganz auf die auszuführende Bewegung!“

Später hieß es beispielsweise bei der sensoriellen Reaktionsform nur: „Erst reagieren, wenn Sie genau wissen, daß es der Hammerschlag war! Nicht auf den Prüfungsreiz sich einstellen!“ Oder bei der muskulären: „Beim Hammerschlag so schnell wie möglich reagieren!“

Bei der Nachprüfung lautete die Instruktion für die „bequeme“ Reaktion (s. S. 9): „Beim Vorsignal den Taster niederdrücken! Beim Schallhammerschlag reagieren Sie so, wie es Ihnen am bequemsten ist!“

Eine mißverstandene Auffassung des Wortes „bequem“ wurde in keinem Fall bemerkt.

7. Einfluß der Vorperiode.

In vielen Arbeiten über Reaktionsversuche wird betont, daß ein Intervall von etwa 1,5 bis 2 Sek. für die Vorperiode am günstigsten sei, daß man unter diese Zeit aber nicht heruntergehen dürfe, weil sonst eine hinreichende Spannung der Aufmerksamkeit nicht mehr erfolgen könne[2]).

Mit dieser Behauptung stimmen die Resultate der vorliegenden Untersuchung nur teilweise überein. Die Vorperiode von 1,5 Sek. Dauer wurde noch als angenehm empfunden, eine Verlängerung über 1,5 Sek. Dauer hinaus wurde dagegen von Erwachsenen wie von den Kindern als weniger angenehm und als anstrengend bezeichnet. Deshalb wurden

[1]) a. a. O. S. 366.

[2]) Wundt, Phys. Psych. III[6], S. 410.

größere Intervalle als 1,5 Sek. nicht verwendet, aber außer diesen noch die von 1,3 Sek. und 1,2 Sek., ausnahmsweise auch noch das von 1,1 Sek. Die einzelnen Versuchsreihen wurden zum Teil so durchgeführt, daß die Vorperiode für alle Versuche gleich blieb, zum Teil so, daß innerhalb einer Reihe nach einer Anzahl von Versuchen unwissentlich für die Vp. die Vorperiode verlängert oder verkürzt wurde.

Von allen Vpp. hat nur Reagent A Veränderungen der Vorperiode innerhalb einer Versuchsreihe bemerkt, aber auch er durchaus nicht jedesmal, und selbst dann wußte er nicht immer sicher zu sagen, ob es sich um eine Verlängerung oder eine Verkürzung gehandelt hatte. Die übrigen Vpp. erklärten auf Befragen vorwiegend, keine Unterschiede bemerkt zu haben, allenfalls: „Es sei möglich, daß die Vorperiode am Anfang etwas anders gewesen sei als am Schluß", aber die Vorstellung davon, ob länger oder kürzer, war fast immer unklar. Noch unbestimmter waren die Angaben über den Vergleich der Vorperiode in verschiedenen Versuchsreihen. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte darin liegen, daß die Aufmerksamkeit ausschließlich auf ein späteres Glied des Erlebnisses, entweder auf den Schalleindruck oder auf die auszuführende Bewegung gerichtet ist und sich mit der Schätzung der Erwartungszeit gar nicht beschäftigt.

Ein Einfluß der Vorperiode auf die Reaktionszeit ist vorhanden. Dwelshauvers[1]) hat diese Frage untersucht. Er ließ Reaktionen ohne Vorperiode und solche mit Vorperioden von $1^1/_2$, 3 und 6 Sek. ausführen. Bezeichnet man die Vorperiode mit J, so fand er, daß bei sensorieller Einstellung bei J = 3 Sek. die Reaktionszeit im Mittel um 22,64 σ länger war als bei J = $1^1/_2$ Sek., bei J = 6 Sek. um 20,20 σ länger als bei J = 3 Sek.[2]). Diese Zahlen sind die Mittelwerte aus den Beobachtungen von 5 Vpp. Da diese sich aber einigermaßen verschieden verhielten und die für jeden einzelnen Reagenten berechneten Unterschiede von diesen „Mittelwerten zweiten Grades" ziemlich weit abweichen, möge folgende Tabelle zeigen, wie sie zustande gekommen sind.

Tab. 3.

	J = $1^1/_2$ Sek.	J = 3 Sek.	J = 6 Sek.
1. Vp.	277,5 σ	+ 8,3 σ	+ 5,1 σ
2. Vp.	297,8 „	+ 43,2 „	+ 42,0 „
3. Vp.	248,1 „	+ 9,0 „	+ 27,5 „
4. Vp.	261,9 „	+ 19,2 „	+ 27,5 „
5. Vp.	199,8 „	+ 35,5 „	+ 2,1 „
mittl. Untersch.		+ 22,64 σ	+ 20,20 σ

[1]) Dwelshauvers, Untersuchungen zur Mechanik der aktiven Aufmerksamkeit in Wundt, Philos. Stud. Bd. VI, 1891, S. 217.

[2]) a. a. O. S. 225, Tabelle 1.

Die erste Spalte enthält das Mittel der Reaktionszeiten bei $J = 1^1/_2$ Sek., die zweite die Differenz der Zeiten zwischen $J = 3$ Sek. und $J = 1^1/_2$ Sek., die dritte die Differenz zwischen $J = 6$ Sek. und $J = 3$ Sek.

In gleicher Weise fand Dwelshauvers bei muskulärer Einstellung[1]) die entsprechenden Unterschiede zu 3,44 σ bzw. 11,58 σ.

Tab. 4.

	$J = 1^1/_2$ Sek.	$J = 3$ Sek.	$J = 6$ Sek.
1. Vp.	102,2 σ	0,0 σ	— 3,7 σ
2. Vp.	137,8 „	— 5,7 „	— 9,2 „
3. Vp.	143,5 „	+ 8,3 „	+ 24,8 „
4. Vp.	141,7 „	+ 1,0 „	+ 12,6 „
5. Vp.	123,7 „	+ 13,6 „	+ 26,0 „
mittl. Untersch.		+ 3,44 σ	+ 11,58 σ

Auch hier ist das Verhalten der Reagenten verschieden, so daß die angegebenen Werte von 3,44 σ bzw. 11,58 σ nur ein unvollkommenes Bild des wirklichen Tatbestandes geben. Ist doch in der zweiten Spalte der größte Wert viermal so groß als der Mittelwert, und in der dritten Spalte sind von fünf Werten zwei über doppelt so groß und einer fast doppelt so groß als er. Noch fraglicher wird die Geltung der so gefundenen Unterschiedswerte, wenn man bedenkt, daß die Zeiten, aus denen sie berechnet wurden, ihrerseits schon Mittelwerte aus teilweise ziemlich großen Versuchszahlen sind. Die wirklich beobachteten Zeiten weichen daher noch innerhalb einer gewissen Variationsbreite, die wahrscheinlich größer ist als der berechnete Unterschied, nach oben und nach unten vom arithmetischen Mittel ab, so daß wahrscheinlich manche Reaktionszeiten bei Reaktionen mit verschiedenen J gleich häufig vorkommen, oder dasselbe mit anderen Worten gesagt: Die Schwankung der Reaktionszeiten bei Reaktionen mit gleichem J wird im allgemeinen infolge der Veränderungen im „energetischen Grundbestande des Bewußtseins“[2]) größer sein, als der hier berechnete Unterschied bei verschiedenem J. Das geht auch aus den beigefügten Tabellen über den Einfluß der Vorperiode und den Tabellen über den Verlauf der Einübung der extremen Reaktionsform der einzelnen Vpp. hervor.

Bei der vorliegenden Arbeit war die Veränderung der Vorperiode nur Mittel zu dem Zweck, die Rhythmisierung des Reaktionsvorganges zu erschweren. Die Beobachtungen, die dabei über ihren Einfluß gemacht worden sind, lagen nicht im engeren Rahmen dieser Untersuchung, sondern sie sind hier nur Nebenergebnisse, die den Gegenstand nicht abschließend behandeln wollen. Daher ist es auch nicht gelungen, für die

[1]) a. a. O. S. 226f., Tabelle II.

[2]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV, 1908, S. 406.

Abhängigkeit, die sicher besteht — auch bei den relativ kleinen Veränderungen der Vorperiode — eine einheitliche und eindeutige Formel zu finden. Es konnte nur festgestellt werden, daß die mittlere Dauer der Reaktionszeiten in weit höherem Grade von der psychophysischen Gesamtdisposition und von dem Übungszustand der Vp. abhängig ist, als von der Dauer der Vorperiode. Die Schwankungen, die auf die erstgenannten Faktoren zurückgeführt werden müssen, waren auf allen Übungsstufen so groß, daß sie den durch Veränderung der Vorperiode allein bedingten Anteil nicht mit Sicherheit erkennen ließen.

Vergleicht man in den beigefügten Tabellen Versuchsreihen von annähernd gleichem Übungszustand aber mit verschiedener Vorperiode, so findet man, daß auch bei einer Vorperiode, die kleiner ist als 1,5 Sek., die Aufmerksamkeit nicht nur durchaus hinreichend angespannt werden kann zu einer exakten Ausführung der Reaktion, sondern daß nach den objektiven Kriterien die Intervalle von 1,2 und 1,3 Sek. durchweg günstiger sind als die von 1,5 Sek.: aM und mV weisen durchgehends etwas niedrigere Werte auf, und bei sensorieller Einstellung sind bei diesen Intervallen relativ am meisten Prüfungsversuche richtig beachtet worden. Ganz entschieden ist dies der Fall bei Kindern. Bei ihnen dürfte mit Verlängerung der Vorperiode über 1,5 Sek. hinaus das Maximum der Aufmerksamkeitsspannung im Augenblick des Reizeintritts regelmäßig überschritten sein.

Von Vp. A liegt gar keine und von Vp. C* nur eine Reihe vor, in der J konstant = 1,5 Sek. war. Bei ihnen sind aus den Gesamtreihen die Partialreihen mit J = 1,5 Sek. herausgelöst worden. [Tabellen 5 und 6. Die eingeklammerten Werte beim arithmetischen Mittel und der mittleren Variation gelten für die Gesamtreihe.]

Tabelle 5. Vp. A.

Vorperiode	Datum	Versuchsreihe	n	aM	mV
1,5	11. 7.	6	27	126 (116)	9,4 (14,0)
	15. 7.	7	17	125 (114)	15,2 (16,2)
	18. 7.	8	13	128 (119)	11,0 (12,0)
	20. 7.	9	29	105 (105)	13,9 (12,6)
	22. 7.	10	21	119 (110)	14,0 (13,3)
	24. 7.	11	22	105 (108)	9,2 (11,5)
	31. 7.	12	14	118 (115)	10,9 (12,8)

Tabelle 6. Vp. C*.

Vorperiode	Datum	Versuchsreihe	n	aM	mV
1,5	22. 7.	4	39	173	18,5
	22. 7.	5	9	188 (175)	16,2 (17,2)
	23. 7.	7	11	187 (188)	9,8 (16,7)
	23. 7.	8	7	209 (187)	22,0 (24,1)
	24. 7.	11	12	172 (171)	6,6 (8,1)
	24. 7.	12	15	165 (163)	10,0 (10,4)
	24. 7.	13	18	152 (152)	15,7 (12,5)
	26. 7.	15	13	152 (149)	4,6 (7,9)
	26. 7.	16	7	159 (148)	8,9 (12,9)

Bei beiden Vpp. zeigen die Teilreihen mit J = 1,5 Sek. mit je einer Ausnahme ein geringeres arithmetisches Mittel; die mittleren Variationen

unterscheiden sich nur wenig, und wo größere Verschiedenheiten sind, haben die Teilreihen, wie von vornherein zu erwarten, die kleinere mittlere Variation. Überhaupt ist auf gleicher Übungsstufe im allgemeinen die mittlere Variation in Reihen, in denen die Vorperiode verschieden lang ist, etwas größer als in Reihen mit gleichbleibendem J.

8. Einfluß und Wirkung der Prüfungsversuche.

Die fruchtbarste methodische Weiterbildung auf dem Gebiete der Reaktionsversuche ist die systematische Verwendung der „Prüfungsversuche".

Bei sehr häufiger Wiederholung des gleichen Erlebnisses, wie es gerade bei Reaktionsversuchen oft der Fall ist, finden einerseits langsam fortschreitende qualitative Veränderungen im Verlauf des Einzelerlebnisses statt, andrerseits bilden sich durch die fortgesetzte Wiederholung und Übung immer stärker werdende Assoziationen zwischen den einzelnen Teilakten, die neben dem eigentlichen Reiz bestimmend wirken für die Auslösung des Bewegungsimpulses. Bei Reaktionen mit konstanter Vorperiode kommt es sogar vor, daß die Bewegung nach Ablauf dieses dem Reiz vorangehenden Intervalles allein infolge des inneren Spannungszustandes ausgelöst wird, auch wenn gar kein Reiz dargeboten wird. Bis zu diesem extremen Fall braucht es indessen nicht zu kommen: Das Bewußtsein der Reizwahrnehmung kann wohl vorhanden sein, kann auch noch für die Entstehung der assoziativen Verbindung, die den Bewegungsimpuls auslöst, erforderlich sein, aber es kommt darauf an, daß die Reizwahrnehmung nicht nur eine „fördernde Nebenbedingung" ausmacht, sondern daß sie gemäß der Instruktion „die ausschlaggebende Bedingung" bleibt[1]).

Die bloße Instruktion, in einer bestimmten Form reagieren zu sollen, gibt selbst bei den gewissenhaftesten und geübtesten Beobachtern keine Garantie, daß dies auch geschieht. Die Tendenz, bei langer Fortsetzung der Versuche in die muskuläre Reaktionsweise überzugehen, ist, wenn nicht besondere Bedingungen dem entgegenwirken oder wenn nicht eine ganz besonders starke sensorielle Veranlagung vorliegt, so stark, daß sie sich mehr oder minder bei den meisten Vpp. durchsetzt[2]). Wollte man dies durch verschärfte Selbstkontrolle zu verhindern suchen, so würde sie so sehr angespannt werden müssen, daß das Erlebnis selbst darunter leiden würde. Es würden sich unerwünschte Prozesse — namentlich hemmende Akte der Reflexion und der Entscheidung — in den Verlauf einschieben, die die ganze Gemütslage veränderten und auch dem Prinzip

[1]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. III, 1907, S. 368.

[2]) Vgl. z. B.: L. Lange in Wundt, Philos. Stud. S. 496.

Ach, Willenstätigkeit und Denken S. 65, S. 109. Dagegen die Beobachtungen an den Vp. B und D*.

des einfachsten und adäquatesten Verhaltens zuwider wirkten. Außerdem ist die Selbstkontrolle den verschiedensten Täuschungen ausgesetzt.

Aus diesen Erwägungen heraus suchten Kästner und Wirth[1]) ein objektives Kontrollmittel, das dem Experimentor erstens die Gewißheit gibt, daß der Bewegungsimpuls tatsächlich allein durch die Wahrnehmung des Reizes ausgelöst wird, und das zweitens störende Wirkungen der Selbstbeobachtung, so weit dies möglich ist, ausschaltet. Diese Kontrolle besteht in der „planmäßigen Anwendung von Fehlreizen, d. h. solcher Eindrücke, die von den eigentlichen Reaktionsreizen verschieden sind, auf die also nicht reagiert werden soll, die aber im selben Zeitmoment einwirken, in welchem der Reaktionsreiz erwartet wird"[2]). Dieser letztere fällt natürlich bei einem Prüfungsversuch aus.

Gelegentliche, aber mehr willkürliche Anwendung haben Versuche dieser Art bereits früher gefunden. So z. B. bei L. Lange unter dem Namen „Vexierreize"[3]). Lange beobachtete schon das grundsätzlich verschiedene Verhalten des Reagenten ihnen gegenüber bei sensorieller und bei muskulärer Einstellung. Achs Versuche mit „Nebenreizen"[4]) sind ebenfalls hierher zu rechnen.

Die erste sytematische Behandlung erfuhr die Methode der Prüfungsversuche von Kästner und Wirth in der oben erwähnten Arbeit und bald darauf von Deuchler[5]).

Die Wahl des Prüfungsreizes richtet sich nach dem Gegenstand der Untersuchung und nach den zu befürchtenden subjektiven Täuschungen bei der Selbstkontrolle. Man kann ihn so wählen, daß er gerade noch als eben merklich qualitativ oder intensiv verschieden vom Normalreiz empfunden wird. Auf diese Weise gewinnen Kästner und Wirth die Möglichkeit zur Bestimmung einer „Reaktionspräzisionsschwelle"[6]). Man kann aber auch, und das wird die Regel sein, beide Reize deutlich verschieden, eventuell aus verschiedenen Qualitätensystemen nehmen. Eine dritte Möglichkeit ist die, daß man gar keinen Reiz darbietet, die sog. „Nullversuche". Für unsere Untersuchung kommen nur die letzen beiden Möglichkeiten in Betracht: Normalreiz und Prüfungsreiz waren zwei qualitativ durchaus verschiedene Schallreize. Außerdem wurden in den muskulären Reihen gelegentlich Nullversuche eingeschaltet.

---

[1]) A. Kästner und W. Wirth, Die Bestimmung der Aufmerksamkeitsverteilung innerhalb des Sehfeldes mit Hilfe von Reaktionsversuchen, in Wundt, Psychol. Stud. Bd. III, 1907, S. 366ff.

[2]) Wundt, Phys. Psych. III[6], S. 399.

[3]) Wundt, Philos. Stud. Bd. IV, 1888, S. 497.

[4]) Ach, Willenstätigkeit und Denken. S. 65ff.

[5]) Deuchler, Beiträge zur Erforschung der Reaktionsformen. Psych. Stud. Bd. IV, 1908, S. 368ff.

[6]) a. a. O. S. 371.

Die Hauptschwierigkeit bei der Anwendung der Prüfungsversuche besteht darin, daß die Gemütslage der Vp. nicht aus dem Gleichgewicht gebracht wird, und daß die Einstellung immer positiv bleibt, d. h. daß sich die Erwartung nur auf den Normalreiz richtet.

Deshalb muß das Vorkommen der Prüfungsversuche notwendig in der Instruktion enthalten sein. Die Unterlassung dieser Angabe führt zur Verwirrung und augenblicklichen Ratlosigkeit der Vp., sobald ein Reiz dargeboten wird, mit dem sie gar nicht gerechnet hat[1]). Das Auftreten des einzelnen Prüfungsversuchs muß dagegen durchaus unwissentlich sein, wenn er nicht seinen Wert völlig verlieren soll. Deshalb ist alles auf das peinlichste zu vermeiden, was der Vp. den Prüfungsversuch vorher ankündigen könnte. Sie darf nichts von den Vorbereitungen des Experimentators merken, die zeitlichen Verhältnisse müssen beim Prüfungsversuch die gleichen sein wie beim Normalversuch — insbesondere darf die Zwischenzeit zwischen dem vorhergehenden Normalversuch und dem Prüfungsversuch nicht anders sein als sonst zwischen zwei Versuchen —, und die einzelnen Prüfungsversuche sind in unregelmäßigen Abständen über die Versuchsreihen zu verteilen.

Zur Vorbereitung der Vp. genügt aber die Angabe der Prüfungsversuche in der Instruktion allein noch nicht, sondern es empfiehlt sich, wie bereits oben erwähnt, den Verlauf eines solchen vor dem Beginn der Versuche anschaulich vorzuführen. Dabei ist mit allem Nachdruck darauf hinzuweisen, daß das Moment der positiven Einstellung erfaßt werde. Im Anfang macht dies Schwierigkeit, die aber nach einiger Übung überwunden wird. Ein Mittel zur schnelleren Gewöhnung an die Prüfungsversuche, das allerdings nicht überall empfehlenswert sein dürfte, besteht darin, sie in den ersten Versuchsreihen in etwas größerer Anzahl zu bringen. Bei der vorliegenden Untersuchung konnte es ohne Bedenken geschehen, weil die Übung mit jedem Beobachter sich über viele Versuchsreihen erstreckte.

Trotz dieser Vorbereitung waren die Beobachter anfangs bei jedem Prüfungsversuch überrascht, ja direkt erschrocken[2]). Die Folge davon war, auch wenn der Prüfungsversuch richtig beachtet worden war, ein Oszillieren der ganzen Gemütslage und für die nächsten Versuche eine Annäherung der Einstellung an die bei der Entscheidungsreaktion. War er dagegen falsch behandelt worden, so kamen noch der Ärger über den Fehler, das Gefühl, „sich blamiert zu haben" und der Vorsatz, es das nächste Mal „besser" machen zu wollen, hinzu. In diesen Äußerungen trat eine Auffassung zu tage, die sich bei psychologischen Versuchen sehr oft zeigt: Der Beobachter wertet seine Versuche und hat gewissermaßen das Be-

[1]) Ach, Willenstätigkeit und Denken. S. 65ff.
[2]) Vgl. Günther, Psychol. Stud. Bd. VII, 1912, S. 265.

streben, nur Glanzleistungen hervorzubringen. Durch dieses Werten wird aber etwas Fremdes in den Prozeß hineingetragen. Man muß daher die Vp. von dieser Ansicht befreien, indem man ihr zeigt, daß die eine wie die andere Tatsache psychologisch gleich wertvoll ist, daß es sich hier darum handelt, mit subjektiven und objektiven Mitteln festzustellen, was ist und wie es ist, und nicht, was sein sollte oder könnte.

Eine besonders im Anfang der Einübung oft eintretende Wirkung der Prüfungsversuche besteht darin, daß die ersten Reaktionen nach dem Prüfungsversuche bedeutende Verzögerung aufweisen. Für die Berechnung sind sie daher zu streichen oder besonders zu behandeln. Diese unsichere Einstellung erstreckte sich kaum weiter als über die nächsten zwei oder drei Versuche. Etwa vom dritten ab war die Gleichgewichtslage meistens wieder hergestellt. Gelegentlich trat auch das Gegenteil ein, daß der Prüfungsreiz erwartet wurde, ohne daß ein Grund für diese Erwartung angegeben werden konnte. In einigen Fällen hat es wohl daran gelegen, daß der Abstand vom letzten Prüfungsversuch ungewöhnlich groß geworden war. Dann tauchte mitunter ganz plötzlich der Gedanke auf: „Jetzt kommt der Prüfungsreiz." Da er aber dann nicht zu kommen pflegte, trat eine Enttäuschung ein, die ebenfalls eine Verzögerung der Impulsauslösung zur Folge hatte.

Alle diese Erscheinungen traten nur in den ersten Versuchsreihen auf, solange sich die Vp. noch nicht an die positive Einstellung gewöhnt hatte. Das wirksamste Gegenmittel war der wiederholte Hinweis: sich während der Vorperiode ausschließlich auf das Reaktionsmotiv einzustellen und nicht auf den Prüfungsreiz.

Bei Kästner und Wirth[1]) wird die Forderung erhoben: Reihen, in denen die Prüfungsversuche nicht alle richtig, d. h. durch Nichtreagieren, beantwortet sind, sind zu verwerfen. Dagegen macht Deuchler[2]) mit Recht geltend, daß es sich bei den Prüfungsversuchen nur um Stichproben handelt, und daß ein ungünstiger Ausfall dieser Stichprobe sehr verschiedene Ursachen haben kann. Anders wäre es, wenn wir die Einstellung bei jedem Versuch kontrollieren könnten. Es ist nun sicher richtig, daß auch bei durchaus sensorieller Einstellung beim Prüfungsversuch falsch reagiert werden kann, wie dies auch aus den Protokollen Achs[3]) hervorgeht. Es kam mehrfach vor, daß die Aussage lautete: „ich wußte, daß ich nicht loslassen sollte, aber es kam ganz von selbst, daß ich es doch getan habe." Günther[4]) spricht die Vermutung aus, daß dies eine Folge des Schrecks sei, der durch das unerwartete Auftreten des Prüfungsreizes hervorgerufen wird. Das ist sehr wahrschein-

[1]) a. a. O. S. 371.
[2]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. IV, 1908, S. 372.
[3]) Ach, Willenstätigkeit und Denken. S. 72 u. a.
[4]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. VII, 1912, S. 265.

lich, denn die Schreckwirkung ist im Anfang oft so stark, daß der Beobachter förmlich zusammenfährt. Einige Fälle kamen vor, in denen der Reagent behauptete, richtig, d. h. nicht reagiert zu haben, während die Beobachtung am Chronoskop (beim richtig beachteten Prüfungsversuch laufen die Zeiger fortgesetzt) erwiesen hatte, daß wenigstens ein momentanes Loslassen erfolgt war. Die Erklärung ist auch wohl in diesem Fall die, daß der Reagent infolge des Schrecks zusammengezuckt war, und daß dabei eine vielleicht von ihm gar nicht beobachtete augenblickliche Unterbrechung des Stromkreises stattgefunden hatte. Da die Vpp. aber auch sonst mitunter den Taster, nachdem sie falsch reagiert hatten, sofort wieder niederdrückten, wurden diese Prüfungsversuche in den Tabellen den nichtbeachteten gleich gerechnet.

Noch aus einem andern Grunde war für unsere Untersuchung eine Verwerfung der Reihen mit nicht beachteten Prüfungsversuchen unmöglich. Es handelte sich ja gerade um die Einübung der sensoriellen Reaktionsform, und zwar bei Reagenten, deren natürliche Reaktionsweise der muskulären näher stand als der sensoriellen. Da war neben anderen Momenten der Grad, in dem die Prüfungsversuche beachtet wurden, ein Maßstab für den Fortschritt der Einübung. Auch eine erzieherische Seite entwickelten sie, indem sie den Reagenten vorzüglich an die geforderte Einstellung erinnerten und es ihm auf diese Weise erleichterten, sie festzuhalten. Ließen die Reaktionszeiten vermuten, daß ein Rückfall in die muskuläre Reaktionsweise eingetreten war, so konnte ohne weiteres ein Prüfungsversuch eingeschaltet werden. Der Kontrast bewirkte dann sofort die Rückkehr zur sensoriellen Einstellung.

Prüfungsversuche mit heterogenem Reiz sind zweckmäßig nur in sensoriellen Reihen anzuwenden. Bei der natürlichen Reaktionsweise können sie unter Umständen schaden, indem sie die ausgesprochene Tendenz haben, bei psychologisch nicht geübten Beobachtern zur sensoriellen Einstellung hinzudrängen. Bei guten Selbstbeobachtern dagegen ermöglichen sie eine schnelle Feststellung des Reaktionstypus.

Geringere Bedeutung hat die Einschaltung von Fehlreizen zu Prüfungsversuchen in muskulären Reihen, da einmal die muskuläre Einstellung relativ leicht innezuhalten ist, und andrerseits die Apperzeption des Reizes für die Auslösung des Bewegungsimpulses eine ganz untergeordnete Rolle spielt. Da sie nach einiger muskulärer Übungü berhaupt erst nach der Auslösung des Bewegungsimpulses erfolgt, würde immerhin eine unterlassene Reaktion auf einen Fehlreiz beweisen, daß die Einstellung doch nicht rein muskulär war.

Vom Reagenten B liegen 8 muskuläre Reihen mit und 8 ohne Prüfungsversuche vor (vergl. Tabelle 8, S. 53). In der ersten Gruppe sind durchweg arithmetisches Mittel wie mittlere Variation etwas höher als in der zweiten Gruppe. Es ist

für Reihe 11—18: aM = 114 σ, mV = 12,3 σ.
„ „ 19—26: aM = 106 σ, mV = 9,2 σ.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die erste Gruppe überhaupt die ersten muskulären Reaktionen der stark sensoriell veranlagten Vp. enthält, wogegen die zweite Gruppe bereits unter einer gewissen Übung steht. Die Einstellung war positiv. Von den sämtlichen 26 Probeversuchen ist ein einziger beachtet worden (Reihe 15), in Reihe 17 von drei aufeinander folgenden keiner, in Reihe 18 von 5 aufeinander folgenden keiner. Diese beiden Reihen zeigen auch, daß der Einfluß der Einstreuung von Probeversuchen auf aM und mV nicht allzu groß ist. Allerdings liegt die Häufung der Prüfungsversuche beide Male ziemlich nahe am Schluß der Versuchsreihe. Brechen wir die Reihen vor dieser Häufung ab und vergleichen sie mit den ganzen Reihen, so erhalten wir folgende Werte:

	n	aM	mV	Pv	b
Reihe 17	35	116	14,9	5 + 1	1
	31	114	16,6	2 + 1	1
Reihe 18	31	133	10,5	7	0
	28	134	9,8	2	0

Der in Reihe 17 beachtete Versuch ist ein Nullversuch.

In den motorischen Reihen wurde, abgesehen von den oben erwähnten Versuchen mit der Vp. B, nur der Nullversuch als Probeversuch benutzt, um festzustellen, ob die Impulsauslösung überhaupt durch die Wahrnehmung des Reizes verursacht wurde, oder ob sie rein assoziativ durch den Ablauf des Intervalls der Vorperiode bewirkt wurde.

Sämtliche Nullversuche sind beachtet worden.

9. Darstellung der Versuche der einzelnen Vpp.

I. Gruppe: Einübung der **muskulären** Reaktionsform.

Vp. A.

(Vgl. die Kurven Fig. 2 a—c, Tab. 7.)

Ein psychologisch erfahrener Beobachter, der sich schon jahrelang auch mit Reaktionsversuchen, und zwar zusammengesetzten Reaktionen, beschäftigt hat. Dadurch hat seine bequeme Reaktionsweise vollständig die sensorielle Form angenommen. Dies geht in gleicher Weise aus den hohen Zeiten, der mittleren Variation und der richtigen Beachtung aller Prüfungsversuche hervor (siehe Kurve Fig. 2 a und Tab. 7). Der Gipfel, der in Kurve Fig. 2 a die muskulären Reaktionen repräsentiert, auf der Skala etwa bis 147 σ reichend, tritt gegenüber dem großen Flächeninhalt der sensoriellen Reaktionen völlig zurück. Nach ihrer Erinnerung hat die Vp. ursprünglich muskulär reagiert.

Die Einschaltung von Prüfungsversuchen war hier bei der natürlichen

Reaktionsweise unbedenklich, da der Reagent infolge seiner früheren Übung von Anfang die positive Einstellung hatte.

Die Einübung der extrem muskulären Reaktionsweise war ziemlich schwierig und ist auch mit 581 Versuchen noch nicht völlig gelungen (s. Kurve Fig. 2b, vgl. dagegen die Kurven Figg. 3b und 4b). Die Veränderungen im aM sind unbeträchtlich und schreiten nicht in demselben Sinne fort. Vielmehr findet ein unregelmäßiges Schwanken um zwei bevorzugte Werte, etwa 116 σ (Reihe 7, 8, 9, 13, 14, 16) und 108 σ (Reihe 10—12, 15) statt. Die mittlere Variation bleibt dauernd ziemlich hoch über dem gewöhnlichen Wert.

Die höchste, 16,2 in Reihe 8, ist laut Protokollangabe vielleicht auf Ermüdung und Abspannung zurückzuführen. Die ersten motorischen Reihen fielen dem Beobachter sehr schwer. Sie erforderten größte Anspannung der Aufmerksamkeit, ermüdeten daher stark, und trotzdem fanden sehr leicht Rückfälle in die sensorielle Reaktionsweise statt.

Auch die zahlreichen Vorreaktionen sind eine Folge der starken Konzentration der Aufmerksamkeit auf die schnelle Ausführung der Bewegung. Jedenfalls ist ihre Ursache kaum in einer zu kurzen Vorperiode zu suchen, denn von 16 Vorreaktionen entfallen fünf auf Reaktionen mit J = 1,5 Sek. Die Vorperiode von 1,5 Sek. wurde überhaupt leicht als zu lang empfunden. So ist am 20. Juli im Protokoll vermerkt: „Vorzeit reichlich lang“ und nachher „Vorzeit verändert, jetzt besser.“ Es handelte sich dabei um den Übergang von 1,5 Sek. zu 1,3 Sek. Letzteres Intervall scheint das günstigste zu sein. Es kamen bei ihm auch nur zwei Vorreaktionen vor. Die Einübung der muskulären Reaktionsweise mußte leider abgebrochen werden, bevor sie ganz erreicht war.

Die Nachprüfung fand nach einer Pause von sechs Wochen statt. Reagent sollte „bequem“ reagieren. Weil bei ihm auch bei der ersten Ausführung der natürlichen Reaktion Prüfungsversuche eingeschaltet worden waren, geschah es auch jetzt wieder. Nach seiner eigenen Aussage hat er sich zu Anfang der Reihe noch einmal den Prüfungsreiz vergegenwärtigt, aber schon nach den ersten Versuchen kam er „rettungslos in die muskuläre Reaktionsweise hinein“. Er hatte ein vollkommen klares Bewußtsein davon, daß er jetzt in anderer Weise reagiert als früher. Jetzt sensoriell reagieren zu sollen, würde ihm große Anstrengung verursachen. Von den Prüfungsversuchen wurde am ersten Tage keiner, am zweiten und dritten je einer richtig beachtet. Aber auch in diesen beiden Fällen war es mehr Zufall. Der Bewegungsimpuls war schon da, er wurde noch „im letzten Augenblick unterdrückt“. In den übrigen Fällen wirkte das Erscheinen des Prüfungsreizes jedesmal sehr überraschend, und die Impulshemmung trat erst nach erfolgter Bewegung ein.

Die Nachwirkung des Prüfungsreizes auf die folgenden Versuche war am stärksten am ersten Versuchstag der Nachprüfung (23. Okt.). Nach

dem ersten nicht beachteten Prüfungsreiz traten mehrere rein sensorielle Reaktionen auf. Überhaupt waren die Zeiten dieses Tages relativ lang. Es hat den Anschein, als ob der Reagent nach der längeren Pause nicht sogleich wieder eine feste Einstellung annehmen kann. Er muß sich erst wieder an die Versuche gewöhnen, und mit zunehmender Gewöhnung, die schnell erfolgt, findet mit dem zweiten und dritten Versuchstage wieder eine starke Annäherung an die Einstellung bei der Einübung statt.

Die Verschiebung der Kurve Fig. 2 c gegenüber 2 b nach rechts ist in erster Linie durch den Ausfall der Versuche des 23. Okt. verursacht. Immerhin zeigt der Vergleich von Kurve Fig. 2 a und 2 c, daß eine vollständige Veränderung der natürlichen Reaktionsweise im Sinne der ausgeführten extremen Einübung stattgefunden hat, und daß deren Einfluß durch die dazwischenliegende Zeit nicht beseitigt worden ist.

Vp. B.

(Vgl. die Kurven Fig. 3 a—c, Tab. 8.)

Die Vp. hat sich eingehend mit Psychologie beschäftigt, jedoch noch nie an Reaktionsversuchen teilgenommen. Sie besaß gute Übung in der Selbstbeobachtung.

Die natürliche Reaktionsweise neigte stark zur sensoriellen. Rein muskuläre Reaktionen kamen nur ganz vereinzelt vor. In Fig. 3 a erstrecken sie sich etwa bis 130 σ. Die geringen Schwankungen in der Höhe der Kurve über der breiten Strecke von etwa 135 σ bis 220 σ weisen darauf hin, daß die Einstellung der Aufmerksamkeit nicht immer dieselbe war, sondern ziemlich gleichmäßig wechselte von gleicher Verteilung der Aufmerksamkeit auf Reiz und Bewegung bis zu völlig bewußter Hinlenkung auf den Reiz. Dieser Wechsel erstreckte sich über jede einzelne Versuchsreihe in gleicher Weise, war also nicht etwa so, daß dieselbe Einstellung während einer Reihe auch nur annähernd beibehalten wurde. Der Reagent hatte von vornherein die Neigung, sich vom Reiz zu weit mitreißen zu lassen (Salows „konsentives Verhalten“[1]). Begünstigt wurde dies noch durch die Prüfungsversuche. In den Protokollen findet sich sehr oft die Eintragung „Entscheidung“, d. h. ob Reaktions- oder Prüfungsreiz, wie es denn auch diesem Beobachter schwer wurde, sich die positive Einstellung anzueignen. Dadurch finden auch die verlängerten Zeiten in Kurve Fig. 3 a ihre Erklärung, die mehr Entscheidungsreaktionen als einfachen sensoriellen Reaktionen entsprechen.

Die Einübung der muskulären Reaktionsweise machte im Anfang bedeutende subjektive Schwierigkeiten. Nachteilig für die Versuche war der Umstand, daß der Reagent stark durch andere Arbeiten in Anspruch genommen war. Trotzdem kann die Einübung als geglückt angesehen

[1]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. VII, 1912, S. 54.

werden, wie die Form der Kurve Fig. 3b, die Konstanz des arithmetischen Mittels von Reihe 19—26 und die der mittleren Variation namentlich in Reihe 19—22 und 24 zeigen.

Bei den ersten muskulären Reihen gelang es nur mit größter Anstrengung, die motorische Einstellung innezuhalten. Es wurde um so leichter muskulär reagiert, je fester der Taster niedergedrückt wurde und wenn — nach Aussage der Vp. — dieser scharf fixiert wurde. Wahrscheinlich erstreckte sich das Fixieren aber wohl mehr auf das Reaktionsorgan als auf den Taster. Die Muskelanspannung war so groß, daß sie oft ein Zittern der Hand und krampfartige motorische Hemmung der Muskeln zur Folge hatte. Bei Reihe 17 hatte Reagent dauernd hemmende Spannungsempfindungen, so daß er nur mit Mühe reagieren konnte. Er hielt auch subjektiv die Zeiten für länger als gewöhnlich.

Von Reihe 21 ab glaubte die Vp. eine ganz plötzliche Änderung ihres Verhaltens feststellen zu können: Die motorische Einstellung machte mit einem Male gar keine Schwierigkeiten mehr, und war ebenso bequem wie die frühere sensorielle: die Vp. hatte es „plötzlich herausbekommen, wie man sich muskulär einzustellen hat". Den objektiven Kriterien nach würde man diese Änderung schon von Reihe 19 ab annehmen müssen, also nach dem Aufhören der Prüfungsversuche mit heterogenem Reiz. Die Vp. selbst hielt dies durchaus nicht für die Ursache, da sie sich vollkommen an den Prüfungsreiz gewöhnt hatte, ihn gar nicht mehr als Störung empfand und weder durch ihn noch durch die Fehlreaktionen irgendwie aus der Gleichgewichtslage gebracht wurde.

Die Nachprüfung fand 14 Wochen nach der letzten motorischen Reihe statt und erstreckte sich über vier Versuchsreihen. Die ersten beiden sind vorwiegend muskulär, extrem sensorielle Zeiten kommen gar nicht vor. Die letzten beiden Reihen weisen mehr Zeiten auf, die auf eine mittlere, aber immer noch überwiegend motorische Einstellung deuten. Doch kommen auch einige sensorielle Zeiten vor. Die Tabelle 8 zeigt in den Reihen 27—30 eine zunehmende Verlängerung der Zeiten und ein Ansteigen der mittleren Variation. Diese Vp. verhält sich also bei der bequemen Reaktion wesentlich anders als Vp. A. Die Einstellung der eingeübten extremen Form wird sofort verhältnismäßig gut wieder angenommen, weil die alte Instruktion wohl noch nachwirkt. Aber die ursprüngliche Anlage beginnt bald wieder sich geltend zu machen. In den Kurven kommt dies dadurch zum Ausdruck, daß die Kurve Fig. 3c gegenüber 3b eine geringe Verschiebung nach rechts erfahren hat, die bei weiterer Ausdehnung der bequemen Reaktion wohl noch ausgeprägter geworden wäre. Daß die muskuläre Einübung die natürliche Reaktionsweise trotz dieses kleinen Rückganges noch ganz umgestaltet hat, zeigt der Vergleich der Kurven Fig. 3a und 3c und die subjektive Bestätigung der Vp. Sie erklärte ihre Reaktionsweise für entschieden muskulär und

hatte das deutliche Bewußtsein, daß sie jetzt anders reagierte als früher. Vor der Übung hatte sie stets das Gefühl der Sicherheit gehabt, „es richtig gemacht zu haben". Dies Gefühl war ihr verloren gegangen, aber die Erinnerung daran und das jetzige Gefühl der Unsicherheit dürften vielleicht doch eine Rückkehr zur sensoriellen Reaktionsweise bewirken. Vorläufig allerdings würde eine solche Rückkehr unbequem sein und nicht mehr als „natürliche" Reaktion bezeichnet werden können. Aus sich selbst schlug die Vp. für ihre jetzige Reaktionsweise als passendste Bezeichnung vor: „bequeme Reaktionsweise". „Natürliche Reaktionsweise" schien ihr in Erinnerung an ihre ursprüngliche Reaktionsweise weniger treffend zu sein.

Vp. C.*

(Vgl. die Kurven Fig. 4a—c, Tab. 9.)

$12^1/_2$ Jahre alt, Schüler der 2. Klasse der 3. Bezirksschule in Leipzig. Er macht einen ruhigen, ernsten, gewissenhaften Eindruck.

Die Feststellung des Reaktionstypus gestaltet sich ziemlich schwierig. Die Reaktionszeiten der ersten (in Tabelle 9 nicht angeführten Versuchsreihen) waren kurz. Das arithmetische Mittel ging herunter bis auf 149 und 154 σ. In anbetracht dessen, daß die Reaktionszeiten bei Kindern — wenigstens im Stadium geringer Übung und bei muskulärer Reaktion — länger sind als bei Erwachsenen, konnten diese Zahlen wohl als muskulär gedeutet werden. Dagegen sprachen indessen die Selbstbeobachtungen der Vp., das vollständige Fehlen von Vor- und Fehlreaktionen und die hohe mittlere Variation (etwa 24 σ im Durchschnitt, wogegen die erste motorische Reihe 9,3 σ mV hatte; doch hatten die folgenden motorischen Reihen [4—8], wieder höhere mittlere Variationen). Zur Klarstellung wurden nun Reihen mit heterogenen Prüfungsreizen ausgeführt. Auch jetzt war zunächst eine sichere objektive Entscheidung noch nicht möglich. Die Zeiten wurden länger, die mittlere Variation blieb groß, und die Prüfungsversuche wurden fast gar nicht beachtet: in 9 Reihen wurde bei 46 nur 9mal nicht reagiert. Trotzdem war nach den Aussagen sensorielle Einstellung vorhanden. Vom 11. 7. ab wurden plötzlich alle Prüfungsversuche richtig beantwortet, so daß nun kein Zweifel an sensorieller Reaktionsweise mehr bestand. Daß die natürliche Reaktionsweise des Beobachters sich ihr stark näherte, wenigstens, daß die sensorielle Einstellung sehr schnell wieder angenommen und innegehalten werden konnte, geht auch aus folgender Tatsache hervor. Nach 13 motorischen Einübungsreihen, nach deren 12. außerdem eine Pause von 6 Wochen lag, wurden zwei sensorielle Reihen eingelegt. Das Ergebnis war:

aM: 198 σ und 206 σ,
mV: 22,6 σ und 18,5 σ.

In den ersten dieser Reihen wurden von 6 Prüfungsversuchen 5, in der zweiten alle 7 Prüfungsversuche richtig beantwortet. Nur bei dem ersten in der ersten Reihe wurde falsch reagiert, was um so leichter eintreten konnte, da der Prüfungsreiz seit mehr als 6 Wochen überhaupt nicht mehr dargeboten worden war.

Bei der Einübung der muskulären Reaktionsweise wirkte es anfangs erschwerend, daß die Vp. trotz wiederholter gegenteiliger Versicherung glaubte, es würden doch gelegentlich noch wieder Prüfungsversuche kommen, und „darauf wolle er nicht hineinfallen“[1]). Er kam zu dieser Annahme, weil er von den 4 Knaben der einzige war, der auf muskuläre Reaktionen eingeübt wurde. Vielleicht handelt es sich hier aber auch um einen Fall des „konsentiven Verhaltens“[2]), bei dem der Reagent die Neigung hat, sich vom Reiz zu weit mit fortreißen zu lassen. Dies wird in der Regel nur bei sensorieller, aber nicht bei muskulärer Einstellung beobachtet.

Objektiv findet diese Einstellung ihren Ausdruck in den hohen mittleren Variationen der Reihen 4—8. Eine rein motorische Einstellung findet erst von Reihe 9 ab statt. Damit beginnt auch die Verkürzung der Reaktionszeiten, und die mittlere Variation nimmt die normalen Werte an, um sich nur gelegentlich noch wieder über den Durchschnitt zu erheben (in Reihe 16, 18, 20 und 23). Von Reihe 25 ab werden die Zeiten auffälligerweise wieder länger. Dagegen, daß dies an geringerer Aufmerksamkeit und Anspannung der Vp. liegt, spricht der Umstand, daß die mittlere Variation ziemlich konstant und vor allen relativ niedrig ist. Eher könnte die Ursache darin liegen, daß die Vp. die Aufmerksamkeit wieder etwas mehr auf den Reiz lenkt.

Die Kürze der Reaktionszeiten Erwachsener wird nicht erreicht. Im Durchschnitt bleibt das arithmetische Mittel um fast 50 σ höher. Die mittlere Variation ist dagegen die gleiche wie bei motorischen Reaktionen Erwachsener.

Die Nachprüfung begann ungefähr 6 Wochen nach Abschluß der Einübung. Nach einem Vergleich der Kurven Fig. 4 b u. 4 c ist die Reaktionsweise beidemal die gleiche, nur mit einer etwas größeren Streuung im zweiten Fall. Die wenigen mittleren Formen sind infolge der nicht so eindeutig wie bei der muskulären Einübung festgelegten Einstellung untergelaufen. Auffallend und kaum erklärlich sind nur die ungewöhnlich kurzen Zeiten der dritten Reihe. Selbst bei der muskulären Einübung kamen so kurze Zeiten nicht vor. Subjektiv wurden diese Reaktionen nicht für kürzer gehalten. Vielmehr glaubte die Vp., auf Verlangen noch schneller reagieren

[1]) Ein ähnliches Beispiel, wie eine vorgefaßte Meinung erschwerend auf die Einübung einer extremen Reaktionsform einwirkt, berichtet Alechsieff. Vgl. Wundt, Philos. Stud. Bd. XVI, 1900, S. 20.

[2]) Wundt, Psychol. Stud. Bd. VII, 1911, S. 54.

zu können. Die Vorperiode von 1,2 Sek. wurde in dieser Reihe angenehm empfunden. Die nächste Versuchsreihe vom gleichen Tag weist wieder die Zeiten von der gewöhnlichen Länge auf. Diese dritte Reihe bringt die sonst bei den Kurven muskulär Eingeübter nicht wiederkehrende Linksverschiebung in der Kurve Fig. 4c hervor. In der 5. und 6. Reihe macht sich die sensorielle Anlage des Reagenten geltend, wodurch die Verbreiterung der Fig. 4c nach rechts hin verursacht wird. Die 7. Reihe dagegen stimmt wieder ganz mit den letzten Reihen der Einübung zusammen.

Nach ihren eigenen Aussagen hat die Vp. immer gleichmäßig und zwar motorisch reagiert, „so, wie wir es geübt haben". Sie „mußte stets schnell loslassen, weil sie es von den früheren Versuchen her so gewohnt war", obgleich sie es sich nicht besonders vorgenommen hatte. Die gelegentliche stärkere Zuwendung der Aufmerksamkeit auf den Reiz ist also subjektiv nicht bemerkt worden.

Wenn somit auch die Einstellung nicht in allen Reihen gleich war, so ist doch als Endergebnis anzusehen, daß die bequeme Reaktionsweise entschieden muskulären Charakter angenommen hat.

II. Gruppe: Einübung der **sensoriellen** Reaktionsform.

Vp. D.*

(Vergl. die Kurven Fig. 5a—c, Tab. 10.)

10 Jahre alt, Schüler der 4. Klasse der 3. Bezirksschule zu Leipzig. Aufgeweckt, lebhaft, macht den Eindruck eines ausgeprägten Motorikers.

Er reagiert zuerst vorwiegend muskulär, worauf schon die große Anzahl von Vorreaktionen hindeutet. Bei der hohen mittleren Variation und dem arithmetischen Mittel wieder ist zu bedenken, daß es sich um die ersten Reaktionsversuche eines Zehnjährigen handelt, und daß Kinder höhere muskuläre Zeiten haben. (Eine spätere muskuläre Reihe wies im arithmetischen Mittel 172 σ auf.) Zwar zeigen die letzten natürlichen Reihen eine Annäherung an die sensorielle Einstellung, aber die sensoriellen Reaktionen wurden von der Vp. jedesmal erkannt und als von den übrigen verschieden angegeben. Da sie in der Minderheit waren und auch in Kurve Fig. 5a hinter den motorischen und mittleren Zeiten zurücktraten, wurden trotzdem sensorielle Reaktionen eingeübt.

Bei den ersten Reihen der Übung wurde der Gegensatz zur natürlichen Reaktionsweise besonders deutlich gespürt, doch mag dies mit am Auftreten der Prüfungsversuche gelegen haben. Die Annahme der positiven Einstellung erfolgte schnell. Waren die ersten mißlungenen Prüfungsversuche von besonders lebhaften Unlustgefühlen begleitet, die durch den Ärger, „sich blamiert", und den Gedanken, die Unzufriedenheit des Versuchsleiters erregt zu haben, hervorgerufen wurden, so war nachher die Befriedigung über das Gelingen um so größer.

Die sensorielle Einübung war schnell erreicht. Dieser Erfolg wurde wohl dadurch begünstigt, daß die Versuchsreihen nur durch kurze Zwischenzeiten getrennt waren. Die Vp. war aber auch mit ganz besonderem Eifer und Interesse bei der Sache. Im übrigen verlief die Einübung in der gewöhnlichen Weise: Die richtige sensorielle Einstellung konnte nicht sofort gefunden werden. Das arithmetische Mittel steht dem bei der natürlichen Reaktion noch nicht so sehr fern. Es zeigt, daß die Vp. trotz der veränderten Bedingungen — dahin gehört besonders das Auftreten der Prüfungsversuche — von ihr ausgeht. Die hohe mittlere Variation gibt einen Maßstab dafür, wie sehr die Einstellung hin und her schwankt. Von Reihe 10 ab etwa ist die richtige Einstellung gefunden: Die mittlere Variation wird plötzlich bedeutend kleiner, und die kürzeren Zeiten scheiden mehr und mehr aus. Infolgedessen wird das arithmetische Mittel größer. Sobald eine gewisse Übung vorhanden ist, beginnt eine fortschreitende Verkürzung der Zeiten, und die mittlere Variation wird beständig kleiner, weil die richtige Einstellung immer besser festgehalten wird.

Von Reihe 28—44 wurden die Prüfungsversuche ausgezeichnet beachtet, und die mittlere Variation nahm in manchen Reihen ungewöhnlich niedrige Werte an, so ist sie z. B. in Reihe 36 nur 12,1! Nach Reihe 44 schien es, als ob die erworbene Sicherheit die Vp. doch zu etwas zu schnellem und sorglosem Reagieren verleitete. Die Folge davon scheint ein Rückfall in die muskulüre Reaktionsweise zu sein (vergl. z. B. die Reihen 48, 51, 53, 57, 63). Ohne die eingeschalteten Prüfungsversuche wäre hier die Vp. vielleicht ganz zur muskulären Reaktionsweise übergegangen, was bei der großen Zahl von Einzelversuchen nicht auffällig gewesen wäre.

In Reihe 54 war das arithmetische Mittel auf 168 σ heruntergegangen Demgegenüber betrug es in einer muskulären Reihe vom 16. 11., — leider der einzigen von dieser Vp. — 172 σ! Gegen Schluß der Einübung wurden die Zeiten wieder etwas länger, eine Erscheinung, die bereits bei Vp. C bei der muskulären Einübung aufgetreten war, und die sich bei Vp. G wiederholt, dort aber anders zu erklären ist.

Bei der Nachprüfung nach 8 Wochen hatte die bequeme Reaktionsweise vollkommen den sensoriellen Typus beibehalten.. Die alte Einstellung wird in der ersten Reihe sofort wieder aufgenommen. In den nächsten drei Reihen finden wir zwar einige kürzere, aber immer noch sensoriell zu deutende Zeiten. Zum Schluß sind die Reaktionen extrem sensoriell. Trotzdem keine Prüfungsreize eingeschaltet worden sind, sind die Zeiten sogar etwas länger als in den letzten Reihen der Einübung. Vielleicht handelt es sich hier nur um Übungsverlust, denn auch eine Reihe mit ausdrücklich sensorieller Instruktion, bei der allerdings auch eine Angewöhnung an die Prüfungsversuche — die alle 5 richtig be-

achtet wurden — erfolgen mußte, ergab im arithmetischen Mittel 236 σ, für die mittlere Variation 19,6 σ. Zum Vergleich seien auch die Werte einer muskulären Reihe vom gleichen Tage mitgeteilt:

aM: 172 σ, mV: 12,1 σ.

Das arithmetische Mittel ist also um 4 σ höher als in der sensoriellen 54. Reihe. Es fehlt eben die muskuläre Übung.

Wie nach diesen Zahlen, so sind die Reaktionen auch nach den ausgesagten Selbstbeobachtungen als sensoriell zu bezeichnen. Die Einstellung wurde vom Reagenten ohne besonderen Vorsatz so innegehalten, „wie er es von der Einübung her gewohnt war".

Vp. E*.

(Vergl. die Kurven Fig. 6a—c, Tabelle 11.)

$13^1/_2$ Jahre alt, Schüler der 1. Klasse der 3. Bürgerschule zu Leipzig. Ruhig und still, leidet öfter an Kopfschmerzen, hat früher einmal infolge eines Falles leichte Gehirnerschütterung gehabt.

Unter den natürlichen Reaktionen überwiegen die muskulären bei weitem. Auch die Vorreaktionen zeigen eine mehr motorische Einstellung an. Bei einer Reihe mit muskulärer Instruktion am 29. 7. war das arithmetische Mittel 125 σ. Wesentlich höher war es nur in der 6. und 7. natürlichen Reihe. Hier lag auch eine andere Einstellung vor: Die Aufmerksamkeit war mehr auf den Reiz gerichtet, denn die Vp. hatte sich von selbst vorgenommen, „nicht wieder zu früh loszulassen". Trotz dieses Vorsatzes ist es ihr nicht gelungen, Vorreaktionen ganz zu vermeiden, ein Zeichen, wie stark die muskuläre Tendenz war.

Die sensorielle Einübung verlief im wesentlichen ebenso wie bei Vp. D*. Die Verkürzung der sensoriellen Zeiten durch die Übung war geringer und trat erst verhältnismäßig spät ein. Nachdem die positive Einstellung erfaßt war — von Reihe 12 ab — wurden, wie auch bei den andern Beobachtern, die Zeiten länger, die Streuung kleiner. Die Prüfungsversuche wurden allerdings nicht in dem Maße beachtet wie von Vp. D*. Trotzdem darf die sensorielle Einübung als erreicht bezeichnet werden, denn in den Reihen 46—56 sind in 5 Reihen alle Prüfungsversuche richtig behandelt, in 6 Reihen ist je einer versehen, oder: von 46 Prüfungsreizen sind 6 falsch beantwortet worden. Auch zeigen das arithmetische Mittel und noch mehr die mittlere Variation hinreichende Konstanz, und die Kurve Fig. 6b ist eingipfelig.

Die Frist zwischen der Einübung und der Nachprüfung betrug $5^1/_2$ Woche. Nach dem Eindruck von Kurve Fig. 6c ist die neue Reaktionsweise ein mittleres Verhalten zwischen sensorieller und muskulärer Einstellung, mit größerer Annäherung an erstere. Die motorische Anlage ist so stark, daß die Vp. bei länger fortgesetzter bequemer

Reaktion wohl unmerklich in sie übergegangen wäre. Subjektiv wurde sie für sensoriell erklärt. So heißt es bei Reihe 57: „manchmal schneller losgelassen, und zwar ohne meinen Willen, so daß ich mich nachher darüber geärgert habe". Mehrfach sagte der Reagent, daß er nie eher losließe, ehe er genau wüßte, daß es der Hammerschlag sei. Er wußte auch, daß diese jetzige Reaktionsweise anders war als seine frühere natürliche. Aber sie war ihm sehr bequem, so daß er sich zu seiner früheren hätte zwingen müssen.

Die kürzeren Zeiten der Reihe 60 sind vielleicht durch die kürzere Vorperiode verursacht. Wenigstens empfand die Vp. sie in dieser Reihe als unangenehm kurz, was vorher bei J = 1,2 Sek. nie der Fall gewesen war. Dieses Unlustgefühl dürfte auch die Ursache der subjektiven Täuschung sein, daß die Reaktionszeiten dieser Reihe länger seien als sonst.

Zum Vergleich wurden auch von dieser Vp. zum Schluß je eine Reihe mit motorischer und eine mit sensorieller Instruktion ausgeführt. Die Zahlenwerte für diese beiden Reihen sind für

aM: 147 σ und 210 σ,
für mV: 11,6 σ und 26,1 σ.

Von 5 Prüfungsversuchen wurde der erste falsch beantwortet. Auch nach diesen Zahlen steht die Einstellung der sensoriellen weit näher als der motorische und hat sich von der ursprünglich „natürlichen" Reaktionsweise beträchtlich entfernt.

Vp. F.*

(Vergl. die Kurven 7a—c, Tab. 12.)

13½ Jahre alt, Schüler der 1. Klasse der 3. Bürgerschule zu Leipzig. Lebhaft und beweglich, scheint sich nicht immer zu starker und anhaltender Konzentration der Aufmerksamkeit zwingen zu können. Die natürliche Reaktionsweise war durchaus motorisch. Extrem sensorielle Reaktionen kamen wohl überhaupt nicht vor, nur eine Anzahl mittlerer Zeiten lief mit unter.

Die motorische Disposition der Vp. war so stark, daß die sensorielle Einübung selbst in 44 Versuchsreihen mit 1500 Versuchen nicht in befriedigender Weise erreicht werden konnte. Wiederholt fanden Rückfälle in die muskuläre Reaktionsweise statt, am auffallendsten in den Reihen 13—17. Auch die sprunghaften Unterschiede im arithmetischen Mittel (vergl. z. B. Reihe 26 und 27 mit 316 bzw. 191 σ) lassen erkennen, wie schwer es der Vp. wird, die richtige Einstellung zu finden. Immerhin haben in den letzten fünf Reihen das arithmetische Mittel und die mittlere Variation die gewöhnlichen sensoriellen Werte angenommen und zeigen gute Konstanz, und von den 21 Prüfungsversuchen dieser

Reihen sind 16, also 76 %, richtig beachtet. Dagegen zeigt die Häufigkeitskurve Fig. 7b, die aus diesen fünf Reihen hergestellt ist, noch deutlich drei gleich stark ausgebildete Gipfel, ein Beweis, daß eine ganz gleichmäßige, durch mehrere Versuchsreihen innegehaltene Einstellung nicht erworben worden ist.

Die nach $7^1/_2$ Wochen ausgeführte Nachprüfung zeigte, wie eigentlich von vornherein zu erwarten war, daß die sensorielle Einübung nur ganz geringen Einfluß auf die nachhaltige Veränderung der natürlichen Reaktionsweise ausgeübt hatte, denn die Zahl wirklich sensorieller Reaktionen in Kurve Fig. 7c ist nur klein. Sie stammen fast alle aus der ersten Versuchsreihe, bei der die von der Einübung her gewohnte Einstellung noch einigermaßen nachgewirkt hat. Schon mit der 2. Reihe beginnt eine stetig und rasch fortschreitende Annäherung an die rein motorische Einstellung, die bei weiterer Ausdehnung der bequemen Reaktion wohl bald erreicht worden wäre. Bei der letzten bequemen Reihe war das arithmetische Mittel auf 144 σ herabgesunken gegenüber 196 σ in der ersten Reihe. Eine angeschlossene muskuläre Reihe hatte im aM 125 σ bei einer mittleren Variation von 9,2 σ.

Die Übung hat also die vorhandene muskuläre Anlage nicht überwinden können. Allerdings konnte die sensorielle Einstellung bei besonderer Instruktion sofort wieder durchgeführt werden, wie eine ebenfalls am letzten Versuchstage gemachte sensorielle Reihe bewies. Sie bestand aus 35 Versuchen. Das arithmetische Mittel war 189 σ, die mittlere Variation hatte den für sensorielle Reihen äußerst niedrigen Wert von 11,6 σ. Daß wirklich sensorielle Einstellung vorhanden war, zeigen die eingeschalteten, richtig beachteten vier Prüfungsversuche.

Vp. G.

(Vergl. die Kurven Fig. 8a, 8b—d, Tab. 13).

Studentin, mit der Psychologie bekannt, hat jedoch noch nie als Vp. an psychologischen Versuchen teilgenommen.

Die natürliche Reaktionsweise ist durchaus muskulär. Die Kurve Fig. 8b wäre sicher glatt eingipfelig geworden, wenn nicht schon bei der natürlichen Reaktion Prüfungsversuche mit heterogenem Reiz eingeschaltet worden wären. Durch deren Nachwirkung sind die wenigen verlängerten Zeiten verursacht.

Auch bei dieser Vp. konnte wie bei Vp. F* die Einübung die motorische Anlage nicht überwinden, trotz der angewandten Anspannung der Aufmerksamkeit. Es konnten leider nur 25 Reihen der Einübung ausgeführt werden. Dies war um so mehr zu bedauern, da allem Anschein nach in den letzten beiden Reihen (31 und 32) tatsächlich eine rein sensorielle Einstellung eingehalten ist. Daß dies erst so spät erreicht wurde, lag vielleicht daran, daß schon bei der natürlichen

Reaktion Prüfungsversuche verwendet wurden. Bei den übrigen Vpp. traten sie erst mit der sensoriellen Einstellung auf. Durch diese neu hinzugefügte Versuchsbedingung fiel dann der Gegensatz zwischen sensorieller und natürlicher Einstellung besonders stark auf und erleichterte so die Annahme der ersteren. Für Vp. G fiel dies Moment fort. Wie langsam sich ihre Einstellung von der natürlichen entfernt, zeigen die arithmetischen Mittel in Tab. 13. Gelegentlich kommt zwar eine rein sensorielle Reihe vor (z. B. Reihe 15), aber bald danach tritt wieder ein völliger Rückfall ein (Reihe 17 ff.). Auch die durchweg hohen mittleren Variationen zeigen, wie die Einstellung zwischen der natürlichen und der geforderten sensoriellen hin- und herschwankt.

Bei der Nachprüfung nach einer Frist von 19 Wochen zeigten sich dieselben Erscheinungen wie bei Vp. F*. Zuerst noch eine geringe Nachwirkung der sensoriellen Einübung: Die Zeiten sind wenigstens von mittlerer Länge (155 σ). Aber schon am 2. Tage hört die Nachwirkung auf, die motorische Veranlagung setzt sich durch, und am dritten Tage sind mit 122 σ die muskulären Zeiten fast erreicht. Die Zeiten dieser Reihe sind noch kürzer als bei der natürlichen Reaktion, und sensorielle Zeiten sind höchstens noch zwei vorhanden (162 σ und 172 σ). Diese Verkürzung ging vor sich, obgleich auch jetzt wieder — weil es bei der natürlichen Reaktion geschehen war — Prüfungsversuche eingestreut wurden. Von 11 wurden in drei Reihen 4 beachtet, in der letzten Reihe von 4 keiner.

Zu diesem objektiven Tatbestand stehen nun die Aussagen der Vp. in einem gewissen Widerspruch. Danach soll die Einstellung bei der bequemen Reaktionsweise anders sein als bei der natürlichen: von gemischtem Charakter zwar, aber doch mehr sensoriell. Trotzdem manche muskuläre Reaktion mit untergelaufen ist, würde nach Meinung der Vp. die extrem muskuläre Einstellung ihr Schwierigkeiten machen und nicht mehr als natürlich oder gar als bequem bezeichnet werden können. Vielleicht ist dieser Widerspruch so zu erklären, daß die Erinnerung an die sensorielle Einstellung und die gelegentlich vorhandene stärkere Beachtung des Reizes zu der Auffassung führten, die ganze Einstellung sei mehr sensoriell.

Die Rückkehr zur sensoriellen Reaktion auf besondere Instruktion vollzog sich auch hier sehr leicht. In einer Reihe von 28 Versuchen und drei richtig beantworteten Prüfungsversuchen war das arithmetische Mittel 181 σ, die mittlere Variation 27,1 σ.

C. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Von den 7 Vpp. wurden drei auf muskuläre und vier auf sensorielle Reaktionen eingeübt. Der Einübungsprozeß verlief in den wesentlichen

Punkten übereinstimmend. Alle Vpp. gingen von der natürlichen Reaktionsweise aus und konnten die von ihnen geforderte Einstellung erst nach längerem Hin- und Herschwanken unter großen subjektiven Anstrengungen und stärkster Anspannung der Aufmerksamkeit finden. Namentlich im Anfang waren häufige Rückfälle in die natürliche Reaktionsweise zu beobachten. War die richtige Einstellung schließlich erfaßt, so bedurfte es immer noch einer ausgedehnten Übung, um sie so weit zu festigen, daß die Versuchsreihen genügende Exaktheit und Regelmäßigkeit aufwiesen.

Die muskuläre Einübung ging im allgemeinen etwas leichter von statten. Jedenfalls waren die Rückfälle in die natürliche Reaktion, nachdem die richtige Einstellung erst einmal erworben war, seltener als bei der sensoriellen Einübung. Das Ziel der Übung ist von 2 Vpp. [B. und C.*] völlig erreicht, während bei der dritten [Vp. A.] noch eine weitere Festigung extrem motorischer Einstellung erwünscht gewesen wäre. Trotzdem hat die Einübung bei allen drei Beobachtern sehr stark nachgewirkt und die bequeme Reaktionsweise völlig nach der Richtung der eingeübten Form umgestaltet [vergl. die Kurven Figg. 2a u. 2c, 3a u. 3c, 4a u 4c]. Bei allen dreien macht sich aber auch die ursprüngliche Anlage wieder geltend: am stärksten bei Vp. A., bei der die kürzeste muskuläre Übung vorlag, die sich aber andrerseits früher lange Zeit mit sensoriellen Reaktionen beschäftigt hatte; am wenigsten bei Vp. C.*, der jüngsten dieser drei Vpp., deren Einübung aber intensiver gewesen war als die von A und B.

Nicht so einheitlich lagen die Verhältnisse bei den sensoriell Eingeübten. Es dauerte lange, ehe die Übung so groß war, daß die sensorielle Einstellung ohne Rückfälle in die natürliche Reaktion konsequent und exakt durchgeführt werden konnte. Eine vollständig zufriedenstellende Einübung wurde auch nur in zwei Fällen erreicht [Vpp. D.* u. E.*]. Dieser Erfolg wurde namentlich bei Vp. D.* dadurch begünstigt, daß sie von Anfang an eine gewisse sensorielle Veranlagung hatte. Umgekehrt war dagegen bei Vp. F.* u. Vp. G. die motorische Struktur so stark, daß die aufgewandte Übung nicht hinreichte, um sie dauernd zu überwinden.

Auch bei der Nachprüfung kehren in beiden Gruppen dieselben Erscheinungen wieder: je einmal bei sensorieller und bei muskulärer Einübung wurde bei der Nachprüfung von Anfang an die bei der Übung eingenommene Einstellung aufgenommen und ziemlich gleichmäßig beibehalten [Vp. C.* und Vp. D.*]. Am häufigsten setzte die Nachprüfung mit der von der Einübung her gewohnten Einstellung ein, doch stellte sich sofort daneben die Tendenz der Annäherung an die ursprüngliche Anlage ein [Vpp. B., E.* und namentlich F.*]. Einmal wurde auch das Gegenteil beobachtet: bei Vp. A. nahm bei Fortsetzung der Nachprüfung die Einstellung wieder mehr den Charakter der eingeübten an, und in

einem Fall trat sofort ein starker Rückfall in die alte Anlage zutage [Vp. G.].

Wenn man, um den Erfolg festzustellen, den die Übung der entgegengesetzten Anlage bei den vorliegenden Versuchen gehabt hat, unterscheidet zwischen dem unmittelbaren Erfolg, d. h. dem Erfolg, der sich zeigt, ohne daß es eines besonderen Vorsatzes der Vp. bedarf, und dem mittelbaren Erfolg, der sich nur bei der bewußt gewollten Ausführung des Eingeübten zeigt, also erst, wenn der Wille zu Hilfe genommen wird, so war der mittelbare Erfolg bei allen Vpp. erreicht. Alle konnten sie auf besondere Instruktion die eingeübte extreme Einstellung — gleichviel, ob es die sensorielle oder die muskuläre war — gut und ohne besondere Schwierigkeiten wieder einnehmen und auch ohne Anstrengung beibehalten.

Der unmittelbare Erfolg zeigte sich ausgeprägt nur nach der Einübung der muskulären Reaktionsform. Bei der Einübung der sensoriellen Form war er nur in dem einen Fall festzustellen, wo auch schon die ursprüngliche Anlage sensorielle Neigung zeigte.

Es ergibt sich also, daß eine entgegengesetzte Übung nur dann eine dauernde unmittelbare Wirkung hinterläßt, wenn sie bis zur Mechanisierung des geübten Vorganges fortgesetzt wird. Die Mechanisierung wird bei den verschiedenen Individuen je nach ihrer Anlage verschieden schnell erreicht. Ist sie aber einmal vollzogen, gelingt es nur sehr schwer, den mechanisierten Vorgang in einen willkürlichen zurückzuverwandeln. Dies folgt in gleicher Weise aus dem Verhalten der muskulär eingeübten, wie der von vornherein mehr muskulär veranlagten Vpp. Die Erklärung findet sich in der Tatsache, daß psychophysische Verbindungen, einerlei, ob es sich um angeborene oder durch Übung erworbene handelt, um so fester und starrer sind, d. h. einer Umgestaltung um so größeren Widerstand entgegensetzen, je weniger bewußte und willkürliche Glieder in sie eingehen.

Es seien hier noch einmal einige Versuchergebnisse zusammengestellt, die die Versuche nur unter dem Gesichtspunkt von Reaktionsversuchen betrachten:

1. Die Einübung der extremen Form, die der Anlage der Vp. entgegengesetzt ist, war in jedem Fall möglich, wenn nur die Übung intensiv genug betrieben und lange genug fortgesetzt wurde.

2. Der Widerstand einer starken motorischen Anlage gegen die Einübung der sensoriellen Reaktionsform ist stärker als umgekehrt.

3. Die Tendenz, in die muskuläre Reaktionsweise überzugehen, ist nicht vorhanden bei ausgesprochen sensorieller Anlage (Vp. B), und auch nicht bei schwächerer sensorieller Anlage, wenn eine intensive sensorielle

Einübung, damit also eine Verstärkung der vorhandenen Anlage, vorausgegangen war.

4. Kinder haben höhere muskuläre Zeiten als Erwachsene. Die sensoriellen Zeiten und die mittlere Variation bei beiden Formen bewegen sich bei Kindern und Erwachsenen nach ausreichender Übung innerhalb derselben Grenzen. Da die muskuläre Zeit vorwiegend physiologische Faktoren mißt, müssen sich die betr. physiologischen Vorgänge bei Kindern langsamer vollziehen als bei Erwachsenen.

5. Bei großer Übung kann die mittlere Variation in sensoriellen Reihen Werte annehmen, die sich der mittleren Variation in motorischen Reihen stark nähern. In diesem Fall genügt sie für sich allein nicht zur Feststellung der betr. Reaktionsform.

6. Als Intervall für die Vorperiode waren die Zeiten von 1,2—1,5 Sek. günstiger als die über 1,5 Sek. Für Kinder dürfte die Zeit von 1,5 Sek. das Maximum darstellen, weil bei ihnen die Apperzeptionswellen [1]) anscheinend diese Dauer nicht überschreiten.

7. Durch die Einschaltung von Prüfungsversuchen in sensorielle Reihen — selbst wenn sie in größerer Anzahl eingelegt werden — wird nach erworbener positiver Einstellung weder die Dauer der Reaktionen verlängert, noch der Wert der mittleren Variation gesteigert. In muskulären Reihen scheinen sie dagegen störend zu wirken.

8. Vorreaktionen treten auch in muskulären Versuchsreihen in nur sehr geringer Zahl auf oder fehlen ganz, wenn Vorperioden von verschieden langer Dauer verwendet werden.

Verzeichnis der Abkürzungen.

aM: arithmetisches Mittel.
b: richtig beachteter Prüfungsversuch.
J: Intervall, Dauer der Vorperiode.
i: Abszissenschritt für die Häufigkeitskurven.
mV: mittlere Variation.
Pv: Prüfungsversuch.
1 σ: 0,001 Sekunde.
Philos. Stud.: Philosophische Studien, herausg. von W. Wundt.
Phys. Psych.: Grundzüge der physiologischen Psychologie von W. Wundt, III. Bd., 6. Aufl., Leipzig 1911.
Psychol. Stud.: Psychologische Studien, herausg. von W. Wundt.

[1]) Wundt, Phys. Psych. Bd. III[6], S. 87 und S. 410.

Zur Erklärung der Kurven.

(Vgl. auch S. 19ff.)

Abkürzungen: Nat. Musk. Sens. Bequ. = natürliche, muskuläre, sensorielle, bequeme Reaktionen.
OE = Ordinateneinheit, AE = Abszisseneinheit.
AE ist in allen Figuren mit Ausnahme von Fig. 8a = 5 σ.

Fig. 2a—c: Reaktionen der Vp. A.

Fig. 2a:	Nat.	Reihe 1—5	n = 231	OE = 1,2 mm
„ 2b:	Musk.	„ 13—15	n = 169	OE = 1,67 mm
„ 2c:	Bequ.	„ 16—18	n = 168	OE = 1,67 mm

Fig. 3a—c: Reaktionen der Vp. B.

Fig. 3a:	Nat.	Reihe 1—10	n = 279	OE = 1,0 mm
„ 3b:	Musk.	„ 23—26	n = 147	OE = 1,9 mm
„ 3c:	Bequ.	„ 27—30	n = 261	OE = 1,1 mm

Fig. 4a—c: Reaktionen der Vp. C.*

Fig. 4a:	Nat.	Reihe 1—3	n = 112	OE = 2,5 mm
„ 4b:	Musk.	„ 26—31	n = 210	OE = 1,3 mm
„ 4c:	Bequ.	„ 32—38	n = 252	OE = 1,1 mm

Fig. 5a—c: Reaktionen der Vp. D.*

Fig. 5a:	Nat.	Reihe 1—6	n = 203	OE = 1,4 mm
„ 5b:	Sens.	„ 64—67	n = 129	OE = 2,2 mm
„ 5c:	Bequ.	„ 68—74	n = 252	OE = 1,1 mm

Fig. 6a—c: Reaktionen der Vp. E.*

Fig. 6a:	Nat.	Reihe 1—8	n = 266	OE = 1,1 mm
„ 6b:	Sens.	„ 53—56	n = 140	OE = 2,0 mm
„ 6c:	Bequ.	„ 57—64	n = 301	OE = 0,94 mm

Fig. 7a—c: Reaktionen der Vp. F.*

Fig. 7a:	Nat.	Reihe 1—4	n = 146	OE = 1,9 mm
„ 7b:	Sens.	„ 44—48	n = 166	OE = 1,7 mm
„ 7c:	Bequ.	„ 49—55	n = 256	OE = 1,1 mm

Figg. 8a, 8b—d: Reaktionen der Vp. G.

Fig. 8a } „ 8b }	Nat.	Reihe 1—7	n = 196	
		Fig. 8a: AE = 4 σ	OE = 1,3 mm	
		„ 8b: AE = 5 σ	OE = 1,4 mm	
Fig. 8c:	Sens.	Reihe 29—32	n = 171	OE = 1,6 mm
„ 8d:	Bequ.	„ 33—35	n = 171	OE = 1,6 mm

Häufigkeitskurven.

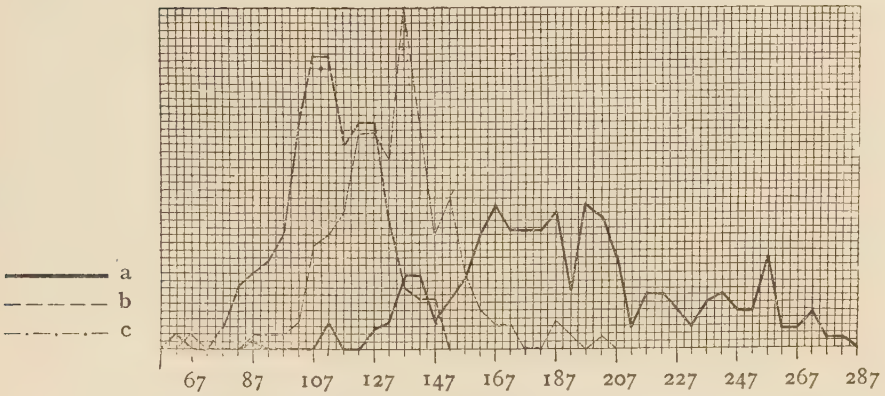

Fig. 2a—c. (Vp. A.)

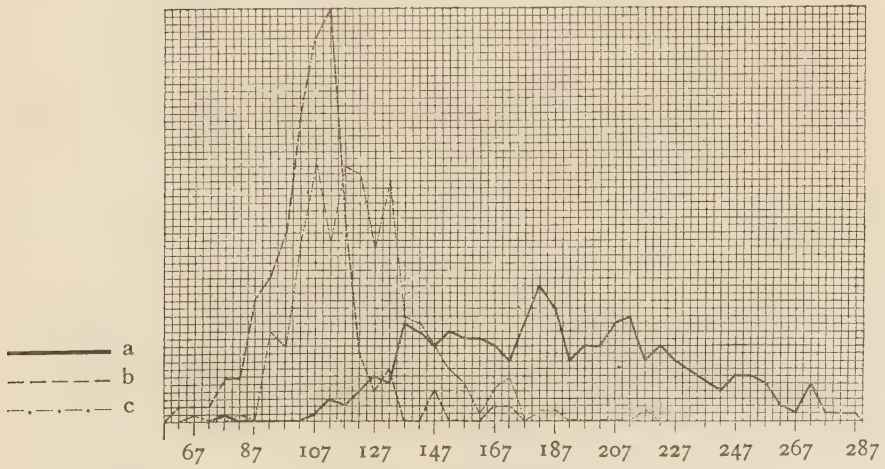

Fig. 3a—c. (Vp. B.)

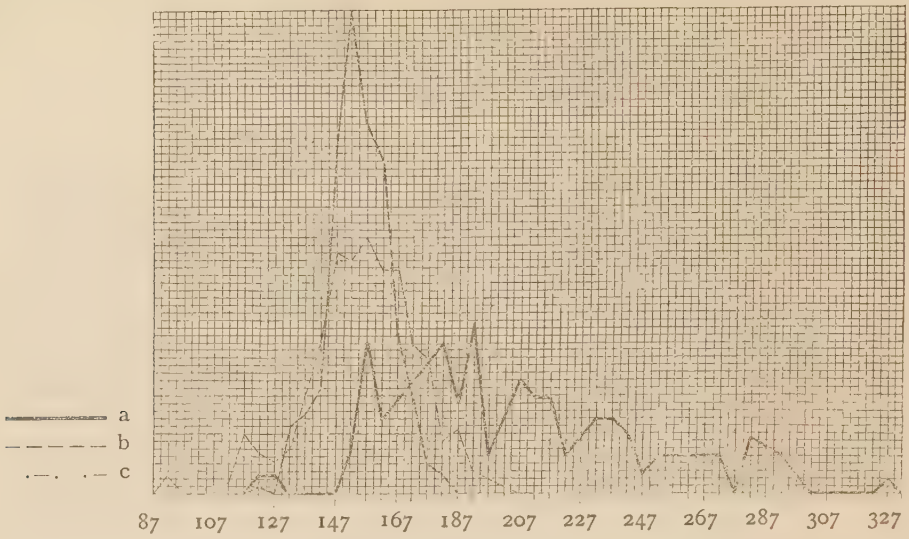

Fig. 4a—c. (Vp. C.)

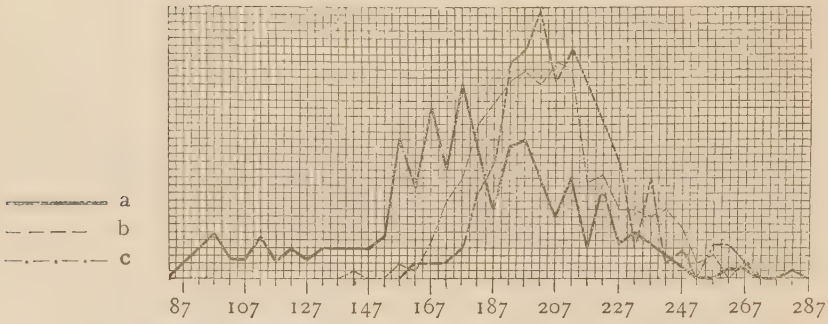

Fig. 5a—c. (Vp. D.*)

Fig. 6a—c. (Vp. E.*)

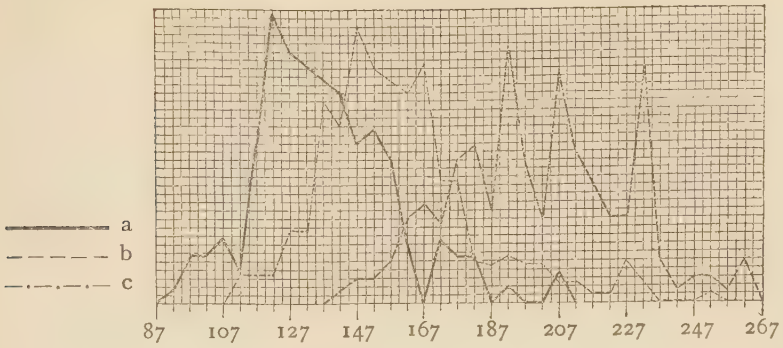

Fig. 7a—c. (Vp. F.*)

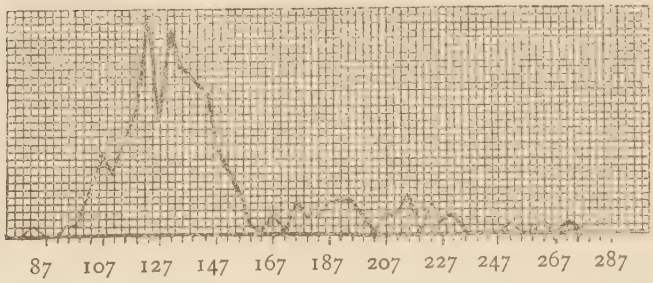

Fig. 8a. (Vp. G.)

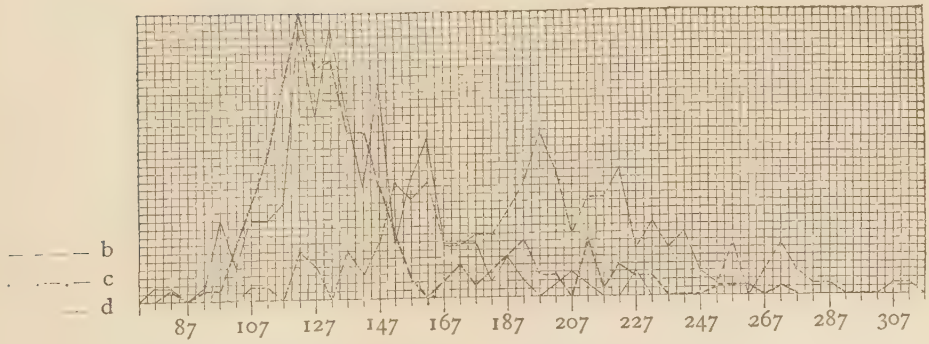

Fig. 8b—d. (Vp. G.)

Zur Erklärung der Tabellen.

Die Vorperiode in Spalte 4 ist in Sekunden angegeben.

n: Zahl der zur Berechnung von aM und mV verwendeten Versuche der betreffenden Reihe. Die Prüfungsversuche und etwa gestrichene Versuche sind also in dieser Zahl nicht mit enthalten.

Pv: Anzahl aller Prüfungsversuche der Reihe. Ist die Angabe in der Form a + b, so bezeichnet die erste Ziffer die Anzahl der Prüfungsversuche mit heterogenem Reiz, die zweite Ziffer die Anzahl der Nullversuche.

b: Anzahl der richtig beachteten Prüfungsversuche. Bei Angabe in der Form a + b gilt sinngemäß das für die Rubrik Pv Gesagte.

Nicht richtig beachtete Prüfungsversuche sind nicht als Fehlreaktionen aufgeführt worden. Tatsächliche Fehlreaktionen kamen nur zweimal vor, in der 13. Versuchsreihe der Vp. B. und in der 45. der Vp. E.*

Tabelle 7.

Reaktionen der Vp. A.

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
1	25. 5.	natürlich	1,5	54	213	31,8	4	4	—
2	26. 6.	„	1,5	46	177	31,9	4	4	—
3	1. 7.	„	1,5	16	200	19,8	1	1	—
4	2. 7.	„	1,5	58	198	25,7	4	4	—
5	4. 7.	„	1,5	57	172	20,0	3	3	—
6	11. 7.	muskulär	1,5 1,2 1,1	61	116	14,0	2	2	2
7	15. 7.	„	1,2 1,1 1,5 1,3	55	114	16,2	1	1	2
8	18. 7.	„	1,5 1,2 1,1 1,3	59	119	12,0	1	1	—
9	20. 7.	„	1,5 1,3	62	105	12,6	—	—	1
10	22. 7.	„	1,5 1,2	60	110	13,3	—	—	2
11	24. 7.	„	1,3 1,2 1,5	55	108	11,5	—	—	1
12	31. 7.	„	1,3 1,5 1,2	60	115	12,8	—	—	2
13	3. 9.	„	1,2 1,3	58	117	11,5	—	—	1
14	7. 9.	„	1,2	54	105	12,4	—	—	3
15	11. 9.	„	1,3	57	116	10,3	—	—	—
16	23. 10.	bequem	1,3	57	146	13,2	3	—	1
17	24. 10.	„	1,5	56	129	10,9	3	1	1
18	26. 10.	„	1,5	55	126	13,4	3	1	—

Tabelle 8.

Reaktionen der Vp. B.

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
1	18. 6.	natürlich	1,5	20	216	34,2	3	2	—
2	18. 6.	„	1,5	24	173	28,7	4	3	—
3	21. 6.	„	1,5	28	183	37,5	2	—	—
4	21. 6.	„	1,5	28	179	26,0	3	2	—
5	24. 6.	„	1,5	31	169	31,5	4	2	—
6	24. 6.	„	1,5	30	182	26,3	4	2	—
7	26. 6.	„	1,5	26	186	22,6	2	—	—
8	26. 6.	„	1,5	29	168	25,0	3	2	—
9	27. 6.	„	1,5	29	195	35,7	3	1	—
10	27. 6.	„	1,5	34	221	22,4	2	2	—
11	1. 7.	muskulär	1,5	36	109	12,1	2+1	0+1	3
12	1. 7.	„	1,5	36	106	16,2	2+1	0+1	2
13	3. 7.	„	1,5	30	112	12,1	1	—	—
14	3. 7.	„	1,5	25	118	7,4	2+1	1+1	—
15	5. 7.	„	1,5	35	110	10,7	4	—	1
16	5. 7.	„	1,5	35	116	14,9	5+1	0+1	1
17	8. 7.	„	1,5	31	133	10,5	7	—	2
18	8. 7.	„	1,5	30	110	14,1	2+1	0+1	1
19	12. 7.	„	1,5	38	105	6,6	—	—	1
20	12. 7.	„	1,5 1,3 1,5	35	108	7,3	0+1	0+1	—
21	15. 7.	„	1,5 1,1	37	106	8,9	0+1	0+1	1
22	15. 7.	„	1,3 1,2	32	105	7,8	0+1	0+1	1
23	17. 7.	„	1,5	39	108	10,6	—	—	—
24	17. 7.	„	1,5	39	105	8,7	—	—	1
25	19. 7.	„	1,5	39	102	10,3	—	—	1
26	19. 7.	„	1,5	30	108	13,6	—	—	—
27	24. 10.	bequem	1,5	65	113	10,6	3	—	2
28	25. 10.	„	1,3	72	113	12,0	4	—	1
29	29. 10.	„	1,3	59	131	15,5	4	—	2
30	1. 11.	„	1,5	65	136	14,4	5	—	—

Tabelle 9. Reaktionen der Vp. C.*

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
1	11. 7.	natürlich	1,5	37	212	39,1	4	4	—
2	11. 7.	„	1,5	37	179	16,8	4	4	—
3	22. 7.	„	1,5	38	222	26,0	3	3	—
4	22. 7.	muskulär	1,5	39	173	18,5	—	—	—
5	22. 7.	„	1,5 1,2	39	175	17,2	—	—	—
6	23. 7.	„	1,2 1,1 1,3	39	161	14,2	—	—	—
7	23. 7.	„	1,2 1,5 1,3	31	188	16,7	—	—	—
8	23. 7.	„	1,1 1,5 1,3	34	187	24,1	—	—	—
9	23. 7.	„	1,3 1,1	37	172	8,2	—	—	1
10	24. 7.	„	1,1 1,3	37	172	9,4	0+1	0+1	—
11	24. 7.	„	1,3 1,5 1,2	34	171	8,1	—	—	—
12	24. 7.	„	1,3 1,5 1,1	39	163	10,4	—	—	—
13	24. 7.	„	1,5 1,2 1,1	39	152	12,5	—	—	—
14	25. 7.	„	1,5 1,2	38	147	7,7	—	—	—
15	30. 7.	„	1,5 1,2 1,3	38	149	7,9	—	—	—
16	30. 7.	„	1,2 1,5	33	148	12,9	—	—	—
17	5. 9.	„	1,2	37	141	6,9	—	—	—
18	6. 9.	„	1,3 1,2	40	153	13,3	—	—	—
19	7. 9.	„	1,2 1,3	37	130	8,1	—	—	—
20	7. 9.	„	1,3 1,2	39	142	15,5	—	—	—
21	10. 9.	„	1,2	31	140	11,7	—	—	1
22	11. 9.	„	1,2	37	144	7,6	—	—	—
23	11. 9.	„	1,3	36	143	13,4	—	—	—
24	12. 9.	„	1,2	35	142	6,3	—	—	—
25	12. 9.	„	1,3	26	153	7,3	—	—	—
26	13. 9.	„	1,2	36	153	6,8	—	—	—
27	13. 9.	„	1,2	35	150	9,1	—	—	—
28	14. 9.	„	1,3	36	161	7,6	—	—	—
29	14. 9.	„	1,3	36	156	6,9	—	—	—
30	16. 9.	„	1,3	34	151	6,2	—	—	—
31	16. 9.	„	1,3	33	157	7,8	—	—	—
32	23. 10.	bequem	1,5	34	158	7,8	—	—	—
33	23. 10.	„	1,3	36	153	7,6	—	—	—
34	25. 10.	„	1,2	37	129	10,9	—	—	—
35	25. 10.	„	1,5	39	158	9,2	—	—	—
36	1. 11.	„	1,3	32	171	10,7	—	—	—
37	1. 11.	„	1,5	37	170	10,8	—	—	—
38	2. 11.	„	1,3	37	157	10,2	—	—	—

Tabelle 10. Reaktionen der Vp. D.*

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
1	19. 7.	natürlich	1,5	25	161	21,4	—	—	5
2	19. 7.	„	1,5	36	180	30,8	—	—	8
3	19. 7.	„	1,1 1,2	35	172	30,6	—	—	11
4	20. 7.	„	1,3	34	162	23,9	—	—	5
5	20. 7.	„	1,5	35	183	29,1	—	—	8
6	20. 7.	„	1,2 1,5	38	209	22,9	—	—	2
7	20. 7.	sensoriell	1,5	28	264	72,1	7	3	—
8	22. 7.	„	1,5	29	259	62,7	5	2	—
9	22. 7.	„	1,5	30	267	49,6	7	3	—
10	22. 7.	„	1,5	32	302	30,1	5	3	—
11	22. 7.	„	1,5	32	279	38,4	5	3	—
12	23. 7.	„	1,3 1,2	33	250	43,3	4	3	—
13	23. 7.	„	1,3 1,5	28	282	43,7	6	1	1
14	23. 7.	„	1,3 1,2	33	279	32,2	6	5	—
15	23. 7.	„	1,1	34	284	28,6	6	4	—
16	24. 7.	„	1,3	32	322	20,5	3	3	—
17	24. 7.	„	1,2	31	303	28,7	6	4	—
18	24. 7.	„	1,2 1,3	32	265	28,4	4	2	—
19	24. 7.	„	1,1 1,5	28	261	28,8	4	4	—
20	25. 7.	„	1,5	34	280	41,7	3	3	—
21	26. 7.	„	1,2	32	259	38,5	7	5	—
22	26. 7.	„	1,5	36	271	34,8	4	4	—
23	26. 7.	„	1,5	32	239	31,8	7	2	—
24	27. 7.	„	1,2	35	237	27,4	5	3	—
25	27. 7.	„	1,2 1,5	34	239	29,6	7	4	—
26	29. 7.	„	1,2	34	241	35,6	5	3	—
27	29. 7.	„	1,3	34	248	22,9	5	4	—
28	29. 7.	„	1,3	33	267	28,7	4	4	—
29	30. 7.	„	1,2	34	271	30,7	5	5	—
30	30. 7.	„	1,3	36	249	18,3	4	4	—
31	1. 8.	„	1,2 1,3	36	248	24,0	4	4	—
32	1. 8.	„	1,3	35	240	19,5	3	3	—
33	1. 8.	„	1,2	36	236	24,3	3	3	—
34	1. 8.	„	1,3 1,5	37	232	16,5	4	3	—
35	2. 8.	„	1,2 1,3	36	204	17,5	4	4	—
36	2. 8.	„	1,2 1,5	35	214	12,1	4	4	—
37	2. 8.	„	1,2 1,5	30	214	17,7	2	2	—

Tabelle 10 (Fortsetzung).

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
38	2. 8.	sensoriell	1,3 1,2	35	224	23,3	3	3	—
39	3. 8.	„	1,3	35	210	16,2	4	2	—
40	3. 8.	„	1,5	32	225	16,3	4	4	—
41	5. 8.	„	1,5	35	228	18,3	4	4	—
42	5. 8.	„	1,5 1,2	37	219	20,3	4	4	—
43	5. 8.	„	1,3 1,5	34	213	16,8	5	5	—
44	5. 8.	„	1,5	35	227	15,8	4	4	—
45	6. 8.	„	1,3	33	214	19,7	4	3	—
46	6. 8.	„	1,3	37	204	20,2	4	4	—
47	7. 8.	„	1,3	35	195	13,5	4	3	—
48	7. 8.	„	1,5	35	197	17,6	4	2	—
49	7. 8.	„	1,3	35	183	17,9	5	5	—
50	7. 8.	„	1,2 1,3	36	204	16,3	5	5	—
51	8. 8.	„	1,2	34	187	23,2	4	2	—
52	8. 8.	„	1,3	37	185	19,1	4	4	—
53	9. 8.	„	1,5	36	180	18,0	3	1	—
54	9. 8.	„	1,2	36	168	20,3	5	5	—
55	3. 9.	„	1,3	36	188	17,6	4	3	—
56	3. 9.	„	1,3	36	194	20,2	4	3	—
57	4. 9.	„	1,3	35	174	19,3	5	2	—
58	4. 9.	„	1,2	35	218	22,0	4	4	—
59	5. 9.	„	1,2	34	229	23,1	4	4	—
60	5. 9.	„	1,2	35	218	14,2	4	4	—
61	5. 9.	„	1,3 1,5 1,1 1,0	61	216	14,6	6	5	—
62	10. 9.	„	1,2	32	208	18,3	4	3	—
63	13. 9.	„	1,2	33	194	17,7	4	2	—
64	14. 9.	„	1,3	33	214	13,3	4	4	—
65	14. 9.	„	1,3	33	206	12,7	4	4	—
66	16. 9.	„	1,3	31	205	14,7	4	4	—
67	16. 9.	„	1,2	32	211	17,1	5	4	—
68	12. 11.	bequem	1,3	35	204	12,7	—	—	—
69	12. 11.	„	1,3	39	189	12,7	—	—	—
70	13. 11.	„	1,5	34	193	12,0	—	—	—
71	13. 11.	„	1,2	37	190	14,1	—	—	—
72	15. 11.	„	1,5	36	219	15,0	—	—	—
73	15. 11.	„	1,2	36	217	18,1	—	—	—
74	16. 11.	„	1,3	35	219	16,0	—	—	—

Tabelle 11.

Reaktionen der Vp. E.*

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
1	25. 7.	natürlich	1,5	31	136	16,1	—	—	1
2	26. 7.	„	1,5 1,2	26	122	19,0	0+1	0+1	1
3	26. 7.	„	1,5	37	126	12,7	—	—	2
4	26. 7.	„	1,1 1,5	36	129	11,9	—	—	2
5	26. 7.	„	1,5 1,2 1,5	36	138	19,2	0+1	0+1	—
6	27. 7.	„	1,5 1,2	35	161	15,0	—	—	1
7	27. 7.	„	1,5	29	168	19,0	—	—	2
8	29. 7.	„	1,5 1,3 1,2	36	145	17,6	—	—	—
9	29. 7.	sensoriell	1,5	26	227	74,4	9	4	—
10	29. 7.	„	1,2	31	233	75,9	7	1	—
11	29. 7.	„	1,3	30	245	52,7	6	3	—
12	30. 7.	„	1,3	31	278	37,1	5	4	—
13	30. 7.	„	1,2 1,3	34	280	42,6	5	4	—
14	30. 7.	„	1,5	29	287	45,3	5	3	—
15	30. 7.	„	1,3	35	259	43,5	5	3	—
16	31. 7.	„	1,5	31	281	34,5	4	2	—
17	31. 7.	„	1,5 1,3	29	268	43,3	4	3	—
18	31. 7.	„	1,2	29	256	33,7	4	1	—
19	31. 7.	„	1,2 1,3	31	232	37,0	5	4	—
20	1. 8.	„	1,2	31	257	47,5	4	3	—
21	1. 8.	„	1,3	32	245	34,1	4	3	1
22	2. 8.	„	1,5 1,3	32	260	37,7	4	2	—
23	2. 8.	„	1,2 1,3	32	223	33,5	4	1	—
24	2. 8.	„	1,5	35	230	26,3	5	3	—
25	2. 8.	„	1,3	36	253	15,9	5	5	—
26	3. 8.	„	1,2 1,3	33	243	34,1	4	3	—
27	3. 8.	„	1,3 1,5	34	225	20,8	4	3	—
28	5. 8.	„	1,2 1,3	35	246	24,3	4	2	—
29	5. 8.	„	1,5	36	276	24,2	4	4	—
30	6. 8.	„	1,5	28	251	32,7	3	2	—
31	6. 8.	„	1,2 1,3	35	239	34,5	5	2	—
32	6. 8.	„	1,3	34	255	32,1	4	4	—
33	6. 8.	„	1,2	33	220	19,9	5	4	—
34	7. 8.	„	1,2	37	268	23,2	4	4	—
35	7. 8.	„	1,3	35	248	27,4	4	4	—

Tabelle 11 (Fortsetzung).

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
36	7. 8.	sensoriell	1,5	34	249	23,6	4	2	—
37	7. 8.	„	1,2	35	248	22,9	4	4	—
38	8. 8.	„	1,3	36	228	20,5	4	2	—
39	8. 8.	„	1,2	36	236	23,0	5	3	—
40	9. 8.	„	1,5	37	240	22,1	4	3	—
41	9. 8.	„	1,2	38	241	17,1	5	5	—
42	3. 9.	„	1,3	33	222	20,5	3	3	—
43	3. 9.	„	1,3	34	184	22,5	4	2	—
44	4. 9.	„	1,3	35	203	17,9	4	3	—
45	4. 9.	„	1,3	32	213	28,2	3	1	—
46	5. 9.	„	1,2	37	213	14,7	4	4	—
47	6. 9.	„	1,2	36	215	19,6	4	3	—
48	6. 9.	„	1,3	35	228	19,0	5	5	—
49	7. 9.	„	1,2	35	225	20,6	3	2	—
50	7. 9.	„	1,5	34	218	16,1	6	5	—
51	10. 9.	„	1,2	30	219	22,6	4	3	—
52	12. 9.	„	1,3	33	197	23,2	4	3	—
53	13. 9.	„	1,5	33	206	16,4	4	4	—
54	13. 9.	„	1,5	35	209	15,3	4	4	—
55	14. 9.	„	1,3	34	216	17,1	4	4	—
56	14. 9.	„	1,3	38	201	20,2	4	3	—
57	23. 10.	bequem	1,5	37	200	16,0	—	—	—
58	24. 10.	„	1,3	36	195	13,8	—	—	—
59	24. 10.	„	1,3	37	190	15,0	—	—	—
60	25. 10.	„	1,2	40	175	21,7	—	—	—
61	25. 10.	„	1,5	38	186	18,7	—	—	—
62	29. 10.	„	1,5	39	195	21,1	—	—	—
63	29. 10.	„	1,3	38	192	20,6	—	—	—
64	1. 11.	„	1,3	36	176	18,8	—	—	—

Tabelle 12.

Reaktionen der Vp. F.*

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
1	25. 7.	natürlich	1,5	36	136	8,9	—	—	1
2	26. 7.	„	1,2	35	129	18,4	—	—	3
3	26. 7.	„	1,5	38	137	18,6	—	—	—
4	30. 7.	„	1,3	37	146	14,2	—	—	—
5	30. 7.	sensoriell	1,3	31	318	75,0	7	4	—
6	31. 7.	„	1,3	35	285	53,6	4	3	—
7	31. 7.	„	1,5	34	263	61,3	5	3	—
8	31. 7.	„	1,3 1,2	35	264	38,2	3+1	1+1	—
9	31. 7.	„	1,2	35	238	49,4	5	3	—
10	1. 8.	„	1,3 1,2	33	218	52,8	4	3	—
11	1. 8.	„	1,2	36	212	46,5	4	4	—
12	2. 8.	„	1,3	34	211	41,3	5	3	—
13	2. 8.	„	1,3 1,5	35	192	41,6	4	3	—
14	2. 8.	„	1,5	31	185	30,9	4	2	—
15	2. 8.	„	1,5 1,2	21	193	35,1	3	2	—
16	3. 8.	„	1,2	34	162	25,4	4	—	—
17	3. 8.	„	1,3	34	195	47,3	4	1	—
18	6. 8.	„	1,3	33	208	43,8	5	3	1
19	6. 8.	„	1,3	34	201	31,2	5	3	—
20	6. 8.	„	1,3	35	225	25,3	4	4	—
21	6. 8.	„	1,2	36	210	31,6	4	3	—
22	7. 8.	„	1,5	33	223	30,1	4	4	—
23	7. 8.	„	1,3	35	262	41,1	5	5	—
24	7. 8.	„	1,2	35	255	38,7	5	5	—
25	7. 8.	„	1,3	34	303	34,4	4	3	—
26	8. 8.	„	1,3	35	316	32,6	4	4	—
27	8. 8.	„	1,2	36	191	22,7	5	4	—
28	9. 8.	„	1,3	36	186	27,4	4	3	—
29	9. 8.	„	1,5	37	215	22,6	4	3	—
30	5. 9.	„	1,2	36	212	25,6	4	3	—
31	5. 9.	„	1,3	35	210	20,9	4	3	—
32	6. 9.	„	1,2	35	194	22,7	4	3	—
33	6. 9.	„	1,2	36	197	22,3	4	4	—
34	7. 9.	„	1,2	36	196	22,7	4	3	—
35	9. 9.	„	1,5	30	199	21,1	5	4	—

Tabelle 12.
(Fortsetzung.)

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
36	9. 9.	sensoriell	1,5	34	203	16,6	5	3	—
37	10. 9.	„	1,2	33	211	27,7	5	3	—
38	11. 9.	„	1,3	35	228	18,3	5	5	—
39	11. 9.	„	1,3	35	213	18,4	4	4	—
40	13. 9.	„	1,2	33	226	18,4	5	4	—
41	13. 9.	„	1,2	31	225	16,0	4	4	—
42	14. 9.	„	1,3	34	201	12,4	4	2	—
43	14. 9.	„	1,3	33	208	22,4	4	3	—
44	16. 9.	„	1,5	33	206	19,6	4	4	—
45	16. 9.	„	1,3	33	201	24,4	5	3	—
46	20. 9.	„	1,3	34	205	19,4	4	3	—
47	20. 9.	„	1,3	32	198	23,8	4	3	—
48	20. 9.	„	1,3	34	198	20,0	4	3	—
49	12. 11.	bequem	1,3	34	196	19,8	—	—	—
50	12. 11.	„	1,3	38	162	11,4	—	—	—
51	13. 11.	„	1,2	40	158	12,5	—	—	—
52	13. 11.	„	1,5	38	156	12,4	—	—	—
53	16. 11.	„	1,5	35	152	10,9	—	—	—
54	16. 11.	„	1,2	35	149	15,5	—	—	—
55	18. 11.	„	1,3	36	144	13,0	—	—	—

Tabelle 13.

Reaktionen der Vp. G.

Versuchsreihe	Datum	Instruktion	Vorperiode	n	aM	mV	Pv	b	Vorreaktionen
1	17. 6.	natürlich	1,5	23	152	41,3	4	2	—
2	18. 6.	„	1,5	27	138	31,5	3	—	—
3	21. 6.	„	1,5	26	136	17,8	3	1	—
4	21. 6.	„	1,5	24	122	12,8	4	2	—
5	25. 6.	„	1,5	30	146	19,5	2+1	0+1	—
6	25. 6.	„	1,5	33	165	32,2	4	2	—
7	26. 6.	„	1,5	32	136	13,8	4	3	—
8	27. 6.	sensoriell	1,5	32	169	36,1	5	4	—
9	27. 6.	„	1,5	19	180	28,4	2	2	—
10	2. 7.	„	1,5	35	179	42,5	4	2	1
11	2. 7.	„	1,5	37	149	22,7	4	3	—
12	3. 7.	„	1,5	35	155	35,4	4	3	—
13	3. 7.	„	1,5	47	158	35,9	4	2	—
14	8. 7.	„	1,5	37	160	32,8	3	2	—
15	11. 7.	„	1,5	36	200	27,0	3	3	—
16	11. 7.	„	1,5	36	171	33,4	4	3	—
17	12. 7.	„	1,5	34	177	38,9	3	—	—
18	12. 7.	„	1,5	31	158	41,0	5	3	—
19	13. 7.	„	1,5	34	153	28,0	3	1	—
20	13. 7.	„	1,5	36	154	37,3	5	1	—
21	16. 7.	„	1,5	32	153	34,3	3	2	—
22	16. 7.	„	1,5	36	158	35,5	3	1	—
23	18. 7.	„	1,5	38	175	29,0	2	2	—
24	18. 7.	„	1,5	36	179	23,8	4	3	—
25	23. 7.	„	1,1 12,	33	175	40,3	4	3	—
26	23. 7.	„	1,2 1,1	29	164	39,8	4	3	—
27	24. 7.	„	1,1 1,2	32	179	23,5	3	1	—
28	24. 7.	„	1,5 1,1	28	166	28,9	5	3	—
29	25. 7.	„	1,5	46	174	31,0	8	5	—
30	26. 7.	„	1,3	36	202	31,8	4	2	—
31	27. 7.	„	1,3 1,2	31	221	25,5	4	4	—
32	30. 7.	„	1,5 1,2 1,3	58	198	32,6	5	5	—
33	10. 12.	bequem	1,3	58	155	16,6	3	2	—
34	13. 12.	„	1,2	56	140	19,3	4	2	—
35	14. 12.	„	1,5	57	122	12,1	4	—	—

Inhaltsverzeichnis.

Seite

A. Einleitung 1

1. Das Problem 1
2. Sensorielle, muskuläre, natürliche und bequeme Reaktion 3
3. Der Gang der Untersuchung 8

B. Die Versuche, Methodisches und ihre Durchführung 9

1. Versuchsanordnung 9
2. Verlauf des Einzelversuchs 12
3. Protokollierung 13
4. Allgemeine Bemerkungen über die Durchführung der Versuche . . . 14
5. Behandlung der Reaktionszeiten 15
   a) Streichung stark abweichender Zeitwerte 15
   b) Streuungs- oder Häufigkeitskurven 16
   c) Arithmetische Charakterisierung der Reaktionszeiten 20
6. Instruktion 23
7. Einfluß der Vorperiode 24
8. Einfluß und Wirkung der Prüfungsversuche 28
9. Darstellung der Versuche der einzelnen Versuchspersonen 33

C. Zusammenfassung der Ergebnisse 44

Zur Erklärung der Kurven 48
Häufigkeitskurven 49
Zur Erklärung der Tabellen 52
Tabellen über die Einübung 52

Manuskript eingegangen am 31. Juli 1913.

Lebenslauf.

Ich, Ewald August Ludwig Siebenhaar, evangelisch, wurde am 18. März 1885 zu Mölln (Lauenburg) geboren. Ich besuchte die Realschule, die Präparandenanstalt und das Lehrerseminar zu Lübeck und war von Michaelis 1905 bis Michaelis 1909 als Hilfslehrer im lübeckischen Schuldienst angestellt. Michaelis 1907 bestand ich die zweite Prüfung für Volksschullehrer und Michaelis 1909 die Reifeprüfung an der Oberrealschule zu Altona-Ottensen.

Seit Michaelis 1909 studiere ich Deutsch, Geschichte, Geographie, Philosophie und Pädagogik, und zwar von Michaelis 1909 bis Ostern 1910 in München, von Ostern 1910 bis Michaelis 1911 in Berlin und seit Michaelis 1911 in Leipzig. Ich hörte Vorlesungen und beteiligte mich an den Übungen der Herren Professoren und Dozenten Brentano, Burger, Cornelius, v. Drygalski, von der Leyen, Scheler und Wells in München, Baesecke, Delbrück, Delitzsch, Geiger, Hartmann, Herrmann, Imelmann, Krabbo, Eduard Meyer, Münsterberg, Oppenheimer, Riehl, Roediger, Roethe, Schäfer, Erich Schmidt, Simmel, v. Wilamowitz-Möllendorf in Berlin und v. Bahder, Brahn, Otto Fischer, Köster, Lamprecht, Partsch, Seeliger, Sievers, Spranger, Volkelt und Wundt in Leipzig. Hier war ich auch Mitglied des Instituts für experimentelle Psychologie, Abteilung für experimentelle Pädagogik, des philosophisch-pädagogischen Seminars, des philosophischen Seminars, des germanistischen Instituts, des Instituts für Kultur- und Universalgeschichte, des geographischen Seminars, sowie des Leipziger Lehrervereinsinstituts für experimentelle Pädagogik und Psychologie, in dem diese Arbeit auch ausgeführt worden ist.

Allen meinen Lehrern schulde ich für die Förderung, die sie mir während meines Studiums zu teil werden ließen, und für die reichen Anregungen, die sie mir gegeben haben, aufrichtigen und herzlichen Dank. Besonders verpflichtet bin ich dem Direktor des Instituts für experimentelle Pädagogik, Herrn Privatdozenten Dr. Brahn; er hat meine Aufmerksamkeit auf das Thema dieser Arbeit gelenkt und mich bei ihrer Ausführung in jeder Beziehung unterstützt; ferner Herrn Assistenten Handrick, der mir besonders in den Fragen der Versuchstechnik oft mit Rat und Hilfe beistand.